



# YDINENERGIAN KÄYTÖN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 2005

Erja Kainulainen (toim.)

# YDINENERGIAN KÄYTÖN TURVALLISUUSVALVONTA

Vuosiraportti 2005

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 952-478-124-7 (nid.) Edita Prima Oy, 2006  
ISBN 951-478-125-5 (pdf)  
ISSN 0781-2884

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2005. STUK-B-YTO 247. Helsinki 2006. 60 s. + liitteet 60 s.

**Avainsanat:** ydinenergia, ydinlaitos, ydinjäte, ydinmateriaalivalvonta, viranomaisvalvonta, tunnusluvut

## Tiivistelmä

Raportissa käsitellään ydinenergian käytön turvallisuusvalvontaa vuonna 2005.

Raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen (STUK) selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta.

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui ydinlaitosten suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön, ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin.

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla ei sattunut tapahtumia, jotka olisivat vaarantaneet ydinenergian käytön turvallisuuden. Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Olkiluodon laitoksella työntekijöiden kokonaisannos oli normaalia korkeampi Olkiluoto 2:lla toteutetun turbiinilaitoksen modernisointityön johdosta ja se ylitti OECD-maiden kiehutusvesireaktoreiden keskitason. Loviisa 1:llä STUKin ohjeen mukaisesti kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona laskettu, nettosähkötehoon sidottu kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo ylittyi edellisen vuoden pitkän vuosihuoltoseisokin vuoksi. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

STUKin toiminnan vaikuttavuutta eli ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut eivät osoittaneet sellaisia muutoksia, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagointia.

STUK arvioi Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön turvallisuuden valmistellessaan Teollisuuden Voima Oy:n rakentamislupahakemusta koskevaa lausuntoaan kauppa- ja teollisuusministeriölle. Turvallisuuden arvioinnin lisäksi valvontaa kohdistettiin laitossyksikön järjestelmien suunnitteluun, päälaitteiden valmistukseen ja laitospaikan rakennustöihin. STUK arvioi myös luvanhakijan, laitostoimittajan ja alihankkijoiden toimintaa.

FiR 1 -tutkimusreaktorilla ei ollut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Myös tutkimusreaktorin työntekijöiden säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön alittivat selvästi asetetut rajat.

Ydinjätehuollossa ei sattunut turvallisuutta vaarantaneita tapahtumia. Ydinmateriaalivalvonnalla todennettiin, että ydinmateriaaleja käytettiin voimassa olevien säännösten mukaisesti ja että ydinmateriaalikirjanpito vastasi todellisuutta.

STUK todensi myös, että ydinlaitoksen haltijoiden vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on hoidettu lainsäädännön edellyttämällä tavalla.

Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset vuonna 2005 olivat 10,6 milj. euroa. Maksullisen valvontatoiminnan kustannukset olivat yhteensä 9,3 milj. euroa, jotka perittiin täysimääräisesti luvanhaltijoilta ja -hakijoilta.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	7
2 SÄÄNNÖSTÖN KEHITTÄMINEN	9
3 YDINLAITOSTEN VALVONTA	10
3.1 Loviisa 1 ja 2	10
3.1.1 Säännösten täytäntöönpano	10
3.1.2 Turvallisuusanalyysien arviointi	10
3.1.3 Laitosmuutosten valvonta	11
3.1.4 Toimintakuntoisuuden valvonta	12
3.1.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta	17
3.1.6 Ydinturvallisuuden tunnusluvut	19
3.1.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi	20
3.2 Olkiluoto 1 ja 2	22
3.2.1 Säännösten täytäntöönpano	22
3.2.2 Turvallisuusanalyysien arviointi	22
3.2.3 Laitosmuutosten valvonta	23
3.2.4 Toimintakuntoisuuden valvonta	23
3.2.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta	28
3.2.6 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut	30
3.2.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi	31
3.3 Olkiluoto 3	33
3.3.1 Rakentamislupa	33
3.3.2 Säännösten täytäntöönpano	33
3.3.3 Turvallisuusanalyysien arviointi	34
3.3.4 Laitoshankkeen valvonta	35
3.3.5 Rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonta	36
3.3.6 Turvallisuuden kokonaisarvio	37
3.4 Tutkimusreaktori	38
3.5 Muut ydinlaitokset	38
4 YDINJÄTEHUOLLON VALVONTA	39
4.1 Ydinjätehuollon ohjelmat	39
4.2 Käytetty ydinpolttoaine	39
4.2.1 Välivarastointi	39
4.2.2 Loppusijoituksen valvonta	39
4.3 Voimalaitosjätteet ja käytöstäpoisto	41

5	YDINSULKUVALVONTA	42
5.1	Ydinmateriaalivalvonta	42
5.1.1	Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla	42
5.1.2	Valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaiset toimet	43
5.1.3	Ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta	43
5.2	Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta	44
5.3	Ydinkoekiellon valvonta	44
6	TURVALLISUUSTUTKIMUS	46
7	VALVONTA JA VALVONNAN KEHITTÄMINEN	47
7.1	Prosessit ja rakenteet	47
7.2	Uudistuminen ja työkyky	49
7.3	Talous ja resurssit	50
8	VALMIUSTOIMINTA	52
9	VIESTINTÄ	54
10	KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	55
10.1	Kansainväliset sopimukset	55
10.2	Yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa ja kahdenvälinen yhteistyö	55
11	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNTA	60
LIITE 1	YDINLAITOSTURVALLISUUDEN TUNNUSLUVUT VUODELTA 2005	61
LIITE 2	VUONNA 2005 VALMISTUNEET YDINVOIMALAITOSTEN TURVALLISUUTTA PARANTAVAT HANKKEET	106
LIITE 3	POIKKEUKSELLISET KÄYTTÖTAPAHTUMAT	110
LIITE 4	STUKIN MYÖNTÄMÄT YDINENERGIALAIN MUKAISET LUPAPÄÄTÖKSET 2005	116
LIITE 5	YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN TARKASTUSOHJELMA	117
LIITE 6	RAKENTAMISEN AIKAINEN TARKASTUSOHJELMA	118
LIITE 7	VUONNA 2005 VALMISTUNEET STUKIN RAHOITTAMAT TOIMEKSIANNOT	119



# 1 Johdanto

Ydinenergialain (990/1987) mukaisesti Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo ydinenergian käytön turvallisuutta. STUK huolehtii myös turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonnasta sekä ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Tämä raportti on ydinenergia-asetuksen 121 §:n edellyttämä Säteilyturvakeskuksen selvitys kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergia-alan valvontatoiminnasta.

Raportissa käsitellään ydinlaitosten ja ydinjätehuollon valvontaa sekä ydinsulkuvalvontaa. Nämä valvontatehtävät kuuluvat kahdelle STUKin osastolle: ydinvoimalaitosten valvontaosastolle ja ydinjätteiden ja ydinmateriaalien valvontaosastolle.

Ydinturvallisuusvalvonta kohdistui Fortum Power and Heat Oy:n omistamiin Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköihin ja Teollisuuden Voima Oy:n omistamiin Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköihin sekä niiden ydinjätehuoltoon ja ydinmateriaaleihin. Lisäksi valvottiin rakenteilla olevaa Teollisuuden Voima Oy:n Olkiluoto 3 -laitosyksikköä. Fortum Power and Heat Oy:stä ja Teollisuuden Voima Oy:stä käytetään myöhemmin tekstissä myös nimitystä luvanhaltija, luvanhakija tai voimayhtiö. Ydinjätehuoltoon kuuluvasta ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelusta ja myöhemmästä toteutuksesta huolehtii Posiva Oy. Muita valvontakohteita olivat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusreaktori, ydinaineiden pienkäyttäjät sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset.

Loviisa 1 on otettu kaupalliseen käyttöön vuonna 1977 ja Loviisa 2 vuonna 1981. Laitosyksiköiden käyttöluvut on uusittu vuonna 1998 ja ne ovat voimassa vuoden 2007 loppuun. Loviisan laitosyksiköt ovat kevytvesityyppiä olevia painevesilaitoksia. Valtioneuvoston myöntämän luvan mukaan kummankin laitosyksikön suurin sallittu reaktori-

nimellislämpöteho on 1500 MW. Tätä reaktori-tehoa vastaavat sähkötehon nimellisarvot ovat 510 MW (brutto) ja 488 MW (netto).

Olkiluoto 1:n kaupallinen käyttö alkoi vuonna 1979 ja Olkiluoto 2:n vuonna 1982. Olkiluoto 1 ja 2 ovat kevytvesityyppisiä kiehutovesilaitoksia. Myös Olkiluodon 1 ja 2 -yksiköiden käyttöluvut uusittiin vuonna 1998. Luvat ovat voimassa vuoden 2018 loppuun, ja ne koskevat myös käytetyn ydinpolttoaineen väliarastoa ja matala- ja keskiaktiivisten jätteiden säilytystiloja. Lupien mukaan Olkiluoto 1:n ja 2:n suurin sallittu reaktorin nimellislämpöteho on 2500 MW. Sitä vastaava bruttosähkötehon nimellisarvo on Olkiluoto 1:llä 870 MW ja nettosähkötehon 840 MW, Olkiluoto 2:n vastaavat nimellisarvot ovat 890 MW ja 860 MW. Lupaehtojen mukaan luvanhaltijan on tehtävä vuoden 2008 loppuun mennessä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kattava turvallisuuden väliarviointi, jonka sisältöä koskevat määräykset antaa STUK.

Valtioneuvosto myönsi 17.2.2005 Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta ydinenergialain mukaisen rakentamisluvan Olkiluoto 3:lle. Uusi laitosyksikkö on kevytvesityyppinen painevesilaitos, jonka reaktorin lämpöteho on 4300 MW ja nettosähköteho noin 1600 MW.

Ydinvoimalaitosten valvontaa koskevassa raportin osassa selvitetään Loviisan laitosyksiköiden ja Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden turvallisuusanalyysien arviointia ja laitosmuutosten, laitosyksiköiden toimintakuntoisuuden sekä organisaatioiden toiminnan valvontaa. Myös uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin selvitetään. Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujärjestelmän avulla tarkastellaan ydinvoimalaitoksiin kohdistetun valvontatyön tehokkuutta ja vaikuttavuutta.



ta. Raportin liitteenä on mm. yksityiskohtainen selvitys tunnusluvuista (liite 1), valmistuneista laitosmuutoksista (liite 2) ja ydinvoimalaitosten poikkeuksellisista käyttötapauksista (liite 3). Ydinvoimalaitosten säteilyturvallisuutta selvitetään ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannosten ja kollektiivisten säteilyannosten sekä päästöjen ja ympäristön säteilyvalvonnan tulosten avulla.

Raportissa kerrotaan myös rakenteilla olevan Olkiluoto 3:n turvallisuusanalyysien arvioinnista, laitoshankkeen valvonnasta ja rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonnasta.

Ydinjätehuollon valvontaa koskevassa luvussa käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointia ja loppusijoitushankkeen valmistelua sekä voimalaitosjätteiden käsittelyyn liittyviä asioita.

Raportissa esitetään laitospaikoilla varastoidun ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteen määrät vuoden lopussa.

Ydinsulkuvalvontaa koskevassa osuudessa kuvataan Suomen ydinlaitosten ja ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvontaa ja IAEA:n valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisia toimia. Lisäksi kerrotaan radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonnasta ja ydinkoekiellon valvonnasta.

Raportissa käsitellään myös ydinturvallisuussäännösten ja ydinturvallisuusvalvonnan kehittämistä sekä eräitä ydinturvallisuusvalvonnan tukitoimintoja kuten turvallisuustutkimusta, valmiustoimintaa, viestintää ja kehityshankkeita. Raportissa selvitetään lisäksi osallistumista ydinturvallisuusalan kansainväliseen yhteistyöhön.

## 2 Säännösten kehittäminen

*Pekka Salminen*

YVL-ohjeiston uudistamista ja ajantasallapitoa jatkettiin. YVL-ohjeet ovat yksityiskohtaisia ydinlaitosten turvallisuutta koskevia vaatimuksia, joita STUK valmistelee ydinenergialain (990/1987) ja valtioneuvoston ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä (395/1991) tekemän päätöksen perusteella. Ohjeissa esitetään ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten lisäksi STUKin käyttämiä valvontamenetelyjä. STUK päättää ydinlaitoskohtaisesti uusien ohjeiden soveltamisesta ja velvoittavuudesta jo käynnissä oleville laitoksille. Vuonna 2005 tehtyjä soveltamispäätöksiä selvitetään luvuissa 3.1.1, 3.2.1 ja 3.3.2.

YVL-ohjetyöryhmissä valmisteltiin tai arvioitiin kaikkiaan noin 23:a ohjetta, joista vuoden loppuun mennessä valmistui 4 ohjetta. Vuosina 2001–2005 julkaistujen suomenkielisten ohjeiden lukumäärä esitetään kuvassa 1. Englannin kielellä julkaistiin 13 ja ruotsin kielellä 2 ohjetta. YVL-ohjeet julkaistiin painettuina sekä sähköisinä versioina STUKin verkkosivuilla ([www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset)) ja Finlex-portaalissa ([www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)); ruotsinkieliset käännökset julkaistiin vain sähköisinä versioina.

YVL-ohjejärjestelmän rakenteellista uudistamista koskeva hanke käynnistyi työryhmävalmistelulla. Työryhmään oli kutsuttu myös kotimaisten voimayhtiöiden edustajat. Työryhmä antoi STUKille lausuntonsa, jossa se esitti näkemyksensä mm. uuden ohjeiston rakenteesta ja yksittäisten ohjeiden sisäisestä rakenteesta. YVL-ohjeiston rakenteellinen uudistaminen on monivuotinen hanke.

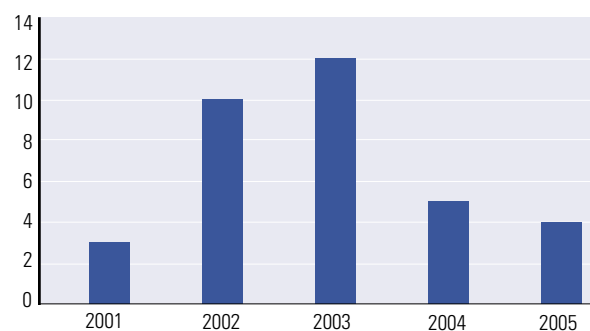
Vuoden 2005 aikana valtioneuvoston päätöksinä annettuihin yleisiin ydinturvallisuutta koskeviin määräyksiin ei valmisteltu muutoksia. Sen sijaan käynnistettiin kaikkien mainittujen pää-

tösten uusinta. Päätöksestä 395/1991 valmistui ensimmäinen sisäinen luonnos. Suomen uuden perustuslain johdosta joudutaan seuraavassa vaiheessa harkitsemaan, millä säädöstasolla erilaiset vaatimukset esitetään.

Komission atomiasian työryhmässä käsiteltiin radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirtojen valvontaa ja tarkkailua koskevaa direktiiviehdotusta, jolla on tarkoitus korvata direktiivi 92/3. STUK osallistui aktiivisesti asian käsittelyyn Suomessa.

STUKin asiantuntijat osallistuivat EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn työryhmässä eurooppalaisten turvallisuusvaatimusten vertailutasojen laatimiseen. WENRAn työ tähtää harmonisoitujen turvallisuusvaatimusten aikaansaamiseen EU-maissa. Työssä saadut kokemukset ja opit otettiin suoraan huomioon käynnissä olleissa YVL-ohjetöissä.

Ydinturvallisuutta koskevia ohjeita ja suosituksia antavat kansainväliset järjestöt kuten IAEA ja OECD/NEA. STUK seuraa myös muiden maiden kansallisten viranomaisten säännöstötoimintaa eri yhteistyöfoorumeilla. Näiltä tahoilta ei tullut aihetta kansallisiin säännösten päivityshankkeisiin. STUK valmisti ja toimitti IAEA:lle kansalliset lausunnot 13 turvallisuusohjeen luonnoksesta.



Kuva 1. Julkaistujen YVL-ohjeiden määrä.

### 3 Ydinlaitosten valvonta

*Kirsi Alm-Lytz, Timo Eurasto, Juhani Hinttala, Juhani Hyvärinen, Tarja K. Ikäheimonen, Ari Julin, Marja-Leena Järvinen, Seppo Klemola, Tapani Koljander, Jukka Kupila, Nina Lahtinen, Jouko Mononen, Matti Ojanen, Rainer Rantala, Suvi Ristonmaa, Vesa Ruuska, Pekka Salminen, Seija Suksi, Heimo Takala, Petteri Tiippa, Keijo Valtonen, Vesa-Pekka Vartti, Olli Vilamo, Reino Virolainen, Tapani Virolainen*

#### 3.1 Loviisa 1 ja 2

##### 3.1.1 Säännösten täytäntöönpano

STUKissa on otettu käyttöön menettely, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.

Käyttöön otetun menettelyn mukaiset täytäntöönpanopäätökset annettiin ohjeille

- YVL 5.6, Ydinlaitosten ilmastointijärjestelmät ja -laitteet, 25.11.2004
- YVL 6.4, Radioaktiivisten aineiden kollit ja pakkaukset, 4.4.2005
- YVL 6.5, Ydinainesten ja ydinjätteiden kuljetukset, 4.4.2005.
- YVL 5.2, Ydinlaitosten sähköjärjestelmät ja -laitteet, 6.4.2005

Ohjeiden YVL 6.4 ja YVL 6.5 osalta STUKilla ei ollut huomautettavaa luvanhaltijan selvitykseen

ohjeiden vaatimusten toteutumisesta luvanhaltijan ydinlaitoksella ja toiminnassa.

Ennen ohjeen YVL 5.6 täytäntöönpanopäätöstä Fortum Power and Heat Oy esitti arvion ohjeen vaatimusten toteutumisesta. STUK ei pitänyt riittävänä ohjeesta YVL 5.6 toimitettua selvitystä, vaan edellytti lisäselvitystä suunnitelluista toimenpiteistä radioaktiivisten ja myrkyllisten aineiden pitoisuuksien havaitsemista koskevan vaatimuksen täyttämiseksi. Luvanhaltija on toimittanut STUKille tarkennetun suunnitelman toimenpiteistä.

Ohjeen YVL 5.2 täytäntöönpanopäätöksessä STUK esitti huomautuksia ja lisävaatimuksia, jotka koskivat 110 kV varaomakäyttömuuntajan ylivirtasuojauksista, riippumattoman vaihtosähkön syöttöä laitokselle, kaapelien soveltuvuusarvioiden laatimista ja ohjeiston päivitystä uudistetun ohjeen YVL 5.2 mukaiseksi.

##### 3.1.2 Turvallisuusanalyysien arviointi

###### Deterministiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltijat päivittävät ydinvoimalaitosten deterministiset turvallisuusanalyysit käyttölupien uusimisen yhteydessä. Analyysit päivitetään myös laitoksella tehtävien muutosten yhteydessä tai käyttötapahitumien antaessa päivittämiseen aihetta. STUK tarkastaa luvanhaltijan analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omia vertailuanalyyssejä.

Loviisan voimalaitoksella on uudistettu hätä- ja häiriötilanneohjeistoa vuonna 2000 aloitetussa HOKE-projektissa. Projektissa on laadittu primääri- ja sekundääripiiriin vuotojen aiheuttamien hätä- ja häiriötilanteiden tunnistusohjeet, ohjaa-

jien ja turvallisuusinsinöörin ohjeet sekä ohjeita laitoksella tehtäviä toimenpiteitä varten. Projektin tavoitteena on ollut kehittää kattava ja yhtenäinen hätä- ja häiriötilanneohjeisto, tukea tulevaa automaatio- ja valvomouudistusta sekä toimia tiedonsiirtokanavana uudelle sukupolvelle. Uusitut ohjeet koostuvat tausta-aineistosta ja graafisista vuokaavioina esitetyistä valvomo-ohjeista. Tausta-aineistossa määritellään strategia ja perustellaan ohjaajan toimenpiteet hätä- ja häiriötilanteissa. STUK tarkasti voimayhtiön toimittamat ohjeiden perusteluanalyysit ja antoi hyväksynnän käyttöön otolle.

Höyrystimen lämmönsiirtoputken katko -onnettomuuden hätätilanneohjeessa muutettiin painestimen ruiskutuksen ja ulospuhallusventtiilien käyttöä tilanteen hallitsemiseksi. Muutoksen perusteluanalyysit tarkastettiin STUKissa. Muita Loviisan laitosta koskevia deterministisiä turvallisuusanalyysijä ei toimitettu STUKille tarkastettavaksi vuonna 2005.

### **Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit**

STUKissa jatkui Loviisan laitoksen seisokkitilojen sääriskianalyysiin liittyvien kysymysten käsittely vuonna 2005. Analyysiaineiston yleistarkastus tehtiin vuonna 2004. Voimayhtiön tekemä analyysi sisältää arvion seisokkitilojen riskeistä, jotka koskevat normaalia, noin kuukauden mittaista vuosi-huoltoseisokkia. Analyysin mukaan seisokkitilojen aikaiset sää- ja muut ympäristöilmiöt muodostivat suuren osan Loviisan laitokselle arvioidusta sydänvaurion todennäköisyydestä. Riskin kannalta tärkeimpiä ympäristöilmiöitä olivat samanaikainen korkea ilman ja meriveden lämpötila ja suuret öljy- tai kemikaalipäästöt (vähintään satoja tonneja öljyä merivedessä), jotka saattavat kulkeutua meriveden mukana merivesikanavaan ja estää jäähdytysveden ottamisen laitokselle.

Riskiarvion täsmentämiseksi voimayhtiö teki lisäanalyysijä ja seurantamittauksia. Lisäselvitykset osoittavat, että samanaikainen ilman ja meriveden korkean lämpötilan aiheuttama riski on aiemmin arvioitua selvästi pienempi, joten öljy- ja kemikaalipäästöt merivedessä ovat ylivoimaisesti tärkein sää- ja ympäristöilmiöihin liittyvä riskitekijä.

Merellä tapahtuvien öljypäästöjen aiheuttamaksi riskiksi Loviisan voimalaitokselle on arvioi-

tu tehoajolla  $4 \cdot 10^{-9}$ /vuosi ja vuosi-huoltoseisokissa  $8,5 \cdot 10^{-6}$ /vuosi, mikä on yhteensä noin 10 prosenttia Loviisan laitostyösköiden sydänvaurion kokonaistaajuudesta (tehoajo ja seisokit yhteensä noin  $10^{-4}$ /vuosi).

Öljypäästöt voivat uhata laitoksen turvallisuutta, koska voimalaitoksen meriveden ottoon mahdollisesti joutuva öljy voi tukkia merivesijärjestelmiä (ketjukorisuodattimia tai lämmönvaihtimia). Öljypäästöjen aiheuttama riski on suurimmillaan vuosi-huoltoseisokin aikana, kun primääripiiri on avattuna ja merivedestä riippumatonta varahätäsyöttövesijärjestelmää ja höyryn puhallusta ulkoilmaan ei voida käyttää jälkilämmön poistoon sekundääripiirin kautta.

Loviisan voimalaitoksen ohjeistuksen mukaan öljyn pääsemistä merivesijärjestelmiin pyritään estämään mm. öljypuomeilla ja pysäyttämällä päämerivesipumput, kun öljyvaara uhkaa. Merenkulkulaitos ilmoittaa Loviisa 1:n päävalvomoon uhkaavasta öljyvaarasta.

Voimayhtiö on kehittämässä ratkaisujaan öljy- ja kemikaalipäästöjen riskien vähentämiseksi. Meneillään olevien laitosmuutosten jälkeen jäähdytysjärjestelmien tarvitsema merivesi voidaan ottaa myös meriveden poistokanavasta, jos öljyvaara uhkaa. Muutostyöt on pääosin toteutettu Loviisa 1:llä ja ne toteutetaan Loviisa 2:lla vuonna 2006.

Voimayhtiö on tilannut tarkempia analyysijä öljyvahinkojen taajuudesta ja öljyn leviämisestä. Alustavien tietojen mukaan öljyn leviäminen samanaikaisesti merivesikanavan imu- ja poistopuolelle on erittäin epätodennäköistä. Tämän perusteella riskiarvio tulee pieneneään.

Loviisan voimalaitoksella on suunnitteilla myös karkeavälpän (merikasvuston ja meriroskan suodatus) muutostyö, jonka yhteydessä suunnitellaan luokkuja meriveden tulokanavan eristämistä varten. Luukuilla voitaisiin estää myös öljyn pääsy tulokanavaan, kun jäähdytysveden otto on käynnissä poistopuolelta öljyn uhatessa tulokanavaa.

### **3.1.3 Laitosmuutosten valvonta**

Merkittävin meneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on laitostyösköiden automaation uusiminen. Hanke alkoi vuonna 2004 uuden automaatiotilojen rakentamisella ja hankkeen on tarkoitus valmistua lopullisesti vuonna 2014. Uudistus on suunniteltu toteutettavan vaiheittain

siten, että vuosihuoltojen aikana voidaan ottaa käyttöön kulloinkin uudistettu osa uutta automaatiota. STUKissa vuonna 2004 perustetun valvontaprojektin tehtävänä on koordinoita automaatiouudistuksen asiakirjatarkastusta ja muuta viranomaisvalvontaa, kuten tarkastuskäyntejä laitospaikalla. Vuoden 2005 aikana STUK on käsitellyt mm. automaatiomuutoksen yhteydessä toteutettaviin toiminnallisiin muutoksiin ja erilaisuusperiaatteen noudattamiseen liittyviä suunnitelmia. STUK on käsitellyt myös uutta laitosaunomaatiota varten rakennettavien rakennusten yksityiskohdaisia suunnitelmia. Hyväksytyjen suunnitelmien pohjalta voimayhtiö on jatkanut automaatiotien rakennustöitä. Vuonna 2005 Loviisa 1:n rakennustyöt edistyivät pitkälle ja Loviisa 2 rakennusten perustustyöt aloitettiin. STUK valvoo töiden etenemistä.

Käyttöä hallintaan kuuluu myös käytössä olevien laitteiden korvaaminen uudemmalla teknologialla. Voimayhtiö on uusinnut vuosien 2004 ja 2005 aikana Loviisan voimalaitosyksiköiden henkilömonitorit, joilla kaikki valvonta-alueelta poistuvat työntekijät mitataan mahdollisen kontaminaation toteamiseksi. STUK hyväksyi laitteiden uusimista koskevan periaatesuunnitelman kesäkuussa 2004. STUK valvoi laitteiden käyttöönottoa laitospaikalla ja tarkasti laitteiden koekäytön tulosaineiston.

Loviisan laitosalueella rakennetaan nestemäisten radioaktiivisten jätteiden kiinteytyslaitosta ja laajennetaan voimalaitosjätteiden loppusijoitustiloja. Kiinteytyslaitoksen rakentaminen alkoi vuonna 2004 ja laitos on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2006 lopussa. STUKissa vuonna 2004 perustettu valvontaprojekti on jatkanut toimintaansa. Vuoden 2005 aikana STUK on käsitellyt mm. kiinteytyslaitoksen järjestelmien ennakkotarkastusaineistoja ja kiinteytetyjen jätteiden loppusijoitustilan rakentamiseen liittyviä aineistoja. Voimalaitosjätteiden loppusijoitustilan matala-aktiivisen huoltojätetilan osan 2 käyttöönottotarkastus tehtiin toukokuussa 2005.

Vuoden 2005 vuosihoitoseisokin aikana Loviisan laitosyksiköillä saatiin päätökseen jälkilämmönpoistojärjestelmän varmistamiseksi rakennettujen varajärjestelmien koekäyttö. Muutostyötä on kuvattu vuosiraportissa 2004 (STUK-B-YTO 239).

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena myös useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyt-

töehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kunnossapito-ohjeisto muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johtuneen laitosdokumentaation päivittämistä. Seurannan tulokset esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.6)

### 3.1.4 Toimintakuntoisuuden valvonta

#### Turvallisuusteknisten

#### käyttöehtojen noudattaminen

Loviisan voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista valvottiin seuraamalla käyttötoiminnan säännöllisiä ja tapahtumiin liittyviä raportteja ja valvomalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihoitoseisokkien päätyttyä tarkastettiin, että laitosyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitosyksikön käynnistys voitiin aloittaa. Luvanhaltija on velvollinen raportoimaan STUKille välittömästi turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista.

Loviisan laitoksella ei ollut tapahtumia, joiden johdosta laitosyksiköt olisivat olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa (liite 1, tunnusluku A.I.2).

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakoon STUKilta hyväksymistä poikkeamalle. Vuonna 2005 voimayhtiö haki lupaa seitsemälle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamatilanteiden turvallisuusmerkityksen analyysin jälkeen STUK hyväksyi kaikki hakemukset. Poikkeusluvista neljä koski laitosmuutosten tai perusparannusten aiheuttamia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista.

#### Käyttö ja käyttötapahtumat

Loviisan laitosyksiköt toimivat luotettavasti vuonna 2005. Loviisa 1:n energiakäyttökerroin oli 95,4 % ja Loviisa 2:n 95,7 %. Kuvassa 2 esitetään laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet vuosilta 1996–2005. Vuosihoitoseisokin pituus Loviisa 1:llä oli 17 vuorokautta ja Loviisa 2:lla 15 vuorokautta. Lisäksi kummallakin laitosyksiköllä oli lyhytaikaisia pieniä tuotantotehon laskuja, jot-

ka johtuivat teknisistä vioista. Merkittävin näistä oli Loviisa 1:n 16.–17.04.2005 tapahtunut toisen turbiinin pikasulku, joka aiheutui generaattorin staattorin maasulusta.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Loviisa 1:llä 0,27 % ja Loviisa 2:lla 0,15 %. Laitteivioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g). Kuvassa 3 esitetään laitossyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötöhot vuonna 2005.

Loviisan laitossyksiköillä sattui yksi erikoisraportoitu tapahtuma ja kahdeksan käyttöhäiriöraportoinnin piiriin kuulunutta häiriötä (liite 1, tunnusluku A.II.1). Erikoisraportoitu tapahtuma koski meriveden korkeaa pintaa tammikuussa 2005. Tapahtuman INES-luokka oli 0.

Erikoisraportoitua tapahtumaa selvitetään yksityiskohtaisemmin liitteessä 3. Kuvassa 4 esitetään INES-luokkaan 1 luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1996–2005. Kyseisellä ajanjaksolla ei Loviisan laitoksella ole ollut luokkaa 1 korkeampiin INES-luokkiin luokiteltuja tapahtumia.

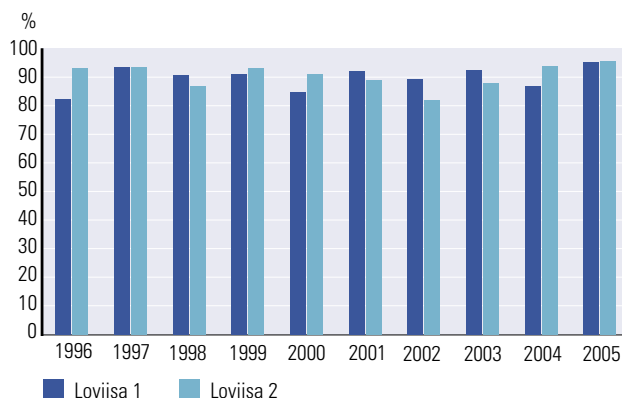
Loviisa 2:lla todettiin syksyllä 2004 pieni primääripiirin vuoto höyrystimessä. Vuodon etsintä oli merkittävimpiä töitä vuoden 2005 vuosihuolto-seisokissa. Vuoto oli erittäin pieni eikä sillä ollut merkitystä käyttötoimintaan.

Tapahtumakohtaisten raporttien lisäksi Loviisan voimalaitokselta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuusraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittaiset käyttökokemusten hyödyntämistä koskevat raportit sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

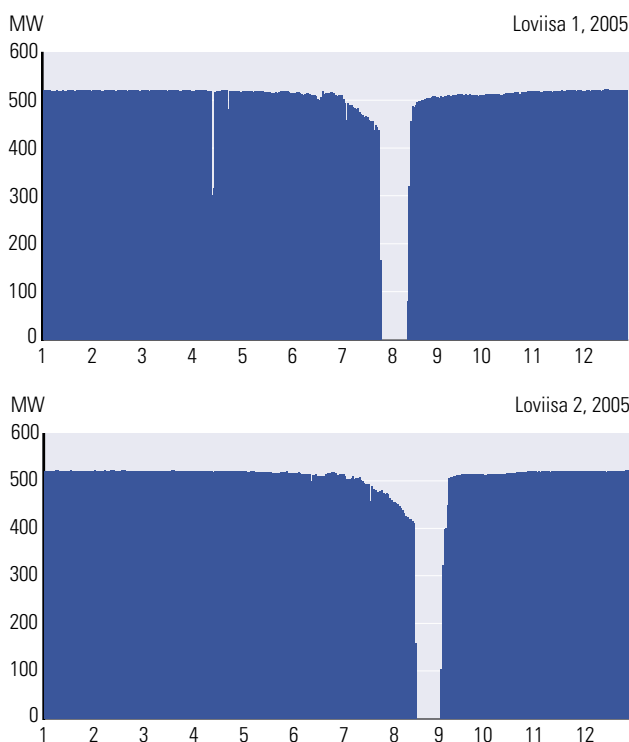
### Vuosihoitoseisokit

Molempien laitossyksiköiden vuosihoitot olivat ns. polttoaineenvaihtoseisokkeja.

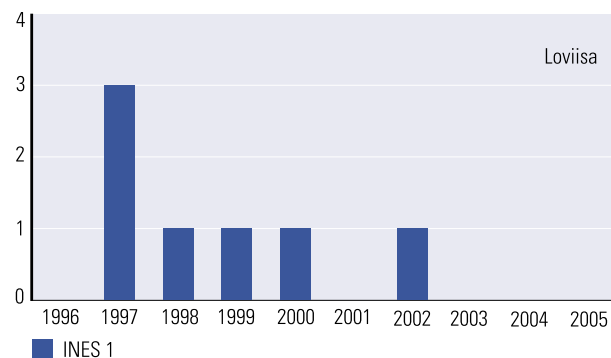
Loviisa 1 ajettiin alas vuosihoitoon 30.7.2005. Vuosihoito kesti 17 vrk ja se päättyi 16.8.2005 noin 21 tuntia myöhässä suunnitellusta. Seisokki piteni lähinnä loppuvaiheessa tehtävän, suunniteltua kauemmin kestäneen reaktorikuilun pesun vuoksi.



Kuva 2. Loviisan laitossyksiköiden energiakäyttökertoimet.



Kuva 3. Loviisan laitossyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähkötöho vuonna 2005.



Kuva 4. Loviisan laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).



Loviisa 2 pysäytettiin vuosihuoltoa varten 20.8.2005 ja vuosihuolto päättyi 5.9.2005 noin 20 h suunniteltua myöhemmin. Loviisa 2:n vuosihuollon piteneminen johtui reaktoripainesäiliön yläreunan laipan sisemmästä tiivisteurasta löytyneen särön korjaamiseksi tehdyistä hionnasta, hitsauksesta ja koneistuksesta.

Vuosihuollossa Loviisa 2:lla todettu höyrystimen putkivuoto pyrittiin paikantamaan, mutta vuodon pienuuden takia paikantaminen ei onnistunut. Voimayhtiö on jatkanut vuodon seurantaan uuden käyttöjakson aikana. Vuodolla ei ole merkitystä laitoksen eikä ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta. Vuotoa ja sen paikantamista kuvataan tarkemmin liitteessä 3.

Seisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Loviisa 1:llä 0,403 manSv ja Loviisa 2:lla 0,300 manSv. Työntekijöiden säteilyannoksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä kohdassa ”Säteilyturvallisuus” sekä liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

STUKin valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisen töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin. Valvonnassa kiinnitettiin huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyöskentelyyn ja yleiseen järjestykseen. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin uutta polttoainelatausta varten tehdyt turvallisuusanalyysit. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineniput ladattiin reaktoriin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista. STUK valvoi myös laitosyksiköiden pysäytystä seisokkitilaan ja käynnistystä seisokkien jälkeen.

STUKin valvonta kohdistui myös yleiseen siisteyteen ja järjestykseen sekä valvomotoimintaan seisokkien aikana. Laitoksen tilat olivat pääasiassa hyvässä järjestyksessä ja siisteys ja järjestys todettiin paremmaksi kuin vuoden 2004 vuosi- huolloissa. Vuoden 2005 vuosi- huolloissa työmäärät olivat huomattavasti vähäisemmät kuin vuonna 2004, mikä vaikuttaa oleellisesti siisteyden ja järjestyksen ylläpitoon.

Laitoksen päävalvomon työskentelyn rauhoittamiseen suunnitellut toimenpiteet toteutuivat kohtuullisen hyvin. Aikaisempien vuosien tapaan työmääräinten käsittely oli siirretty pääosin val-

vomon vieressä olevaan tilaan. STUKin tarkastuksissa valvomotilanteita havainnoitiin säännöllisesti laitoskierroksilla ja valvomotoiminta todettiin asialliseksi ja rauhalliseksi.

STUK totesi työntekijöiden henkilökohtaisten säteily- ja työsuojavarusteiden käytössä puutteita useissa tapauksissa. Asiasta tiedotettiin Loviisan laitoksen säteily- ja työsuojelusta vastaaville henkilöille, jotka kiinnittivät asiaan huomiota mm. työnjohdon ja henkilöstön tapaamisissa.

Loviisan laitoksen vuosihuoltoseisokkien valvontaan käytettiin normaalina työaikana 98 työpäivää. Lisäksi laitoksella työskenteli vakituisesti yksi paikallistarkastaja. Normaalin työajan ulkopuolella vuosi- huoltojen valvonnassa tehtiin yhteensä 117 tarkastuspäivää.

### **Huolto- ja korjaustyöt**

Molemmilla Loviisan laitosyksiköillä oli lyhyet polttoaineenvaihtoseisokit, joiden aikana ei tehty isoja huolto- ja korjaustöitä.

Loviisa 1:llä tärkeimmät työt olivat paineistimen päävaroventtiilien ja niiden ohjausventtiilien huollot ja tarkastukset, höyrystimien varoventtiilien vuosikoestukset, kahden pääkiertopumpun huollot ja tarkastukset sekä säätösaunakoneiston huollot. Lisäksi tulpattiin uudella tulppauslaitteistolla yhdestä höyrystimestä kolme lämpöpintaputkea.

Loviisa 2:lla tehtiin vastaavat huollot ja tarkastukset lukuun ottamatta höyrystimen lämpöpintaputkien tulppausta. Reaktoripainesäiliön tiivisteurassa ollut särö korjattiin päälle hitsaamalla. Lisäksi tarkastettiin reaktoripainesäiliön säätösaunakoneiston kahden suojaholkin tiiveys, koska niissä oli havaittu vettä edellisessä seisokissa. Tilanteen ei todettu muuttuneen tarkastusten välillä. Voimayhtiö varautuu korjaukseen vuoden 2006 seisokissa. Edelleen tehtiin vuodonetsintää yhden höyrystimen lämpöpintaputkille. Vuotoa ei kyetty paikallistamaan.

Molemmilla laitosyksiköillä tehtiin reaktoripainesäiliölle ja putkistoille ohjeen YVL 3.8 mukaiset luvanhaltijan tehtäviin kuuluvat määräaikaistarkastukset. STUKin valvontaan sisältyi tarkastusohjelmien hyväksyminen ennen tarkastusten aloittamista sekä tarkastusten valvonta ja tulosten läpikäynti laitoksella. Lopulliset tulokset hyväksytetään STUKilla vuosi- huollon jälkeen. Luvanhaltijan tekemien sekundäripiiriin

putkistojen ns. kunnonvalvontatarkastusten tulokset STUK tarkasti laitospaikalla.

STUKin tarkastusalueelle kuuluvia painelaitteiden määräaikaistarkastuksia ei ollut kummallakaan laitostyksiköllä. STUK valvoi molemmilla laitostyksiköllä tarkastuslaitosten suorittamia tarkastuksia turvallisuusluokkien 3 ja 4 sekä luokan EYT painelaitteille.

STUK teki vuoden aikana rakennetarkastuksia, laitoksella toteutettujen korjaus- ja muutostöiden tarkastuksia ja käyttöönottotarkastuksia yhteensä 163. Sähkö- ja automaatioteknisiä tarkastuksia tehtiin 10.

### Laitoksen ikääntymisen hallinta

Loviisan voimalaitoksella alkoivat vuonna 2005 kummankin laitostyksikön käyttöiän jatkamiseen liittyvät tekniset selvitykset. Nykyiset käyttöluvut päättyivät vuonna 2007 ja voimayhtiön on tarkoitus hakea Loviisa 1:lle 20 vuoden ja Loviisa 2:lle 23 vuoden jatkoa käyttölupa. Samalla laitostyksiköiden kaupallisten sopimusten perusteeksi suunniteltu 30 vuoden tekninen käyttöikä ylittyy 20 vuodelle.

Käyttöluvien uusinnan tekniset selvitykset on jaettu seitsemäksi osaprojektiksi, joita toteuttamaan on perustettu projektioorganisaatio. Käyttöiän hallinnan periaatteista ja toteutuksesta sekä laitteiden, rakenteiden ja järjestelmien tilasta ja käyttöiän jatkoperusteista laaditaan selonteko. Erityisesti tarkastellaan lujuusteknisiä perusteita käyttöiän jatkamiselle sekä käyttöiän jatkoperusteita käyttöikää rajaaville laitteille ja sähkö- ja automaatiolaitteille ja -järjestelmille. Lisäksi laaditaan painelaitteiden määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelma.

Lujuusteknisissä selvityksissä laitteiden väsymistarkasteluja päivitetään ottamalla huomioon käyttöympäristön korroosiovaikutukset ohjeen YVL 3.5 ”Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuuden varmistaminen” edellyttämällä tavalla. Tärkeimpien laitteiden lujuusanalyyysien ja suunnitteluperusteiden tietohallinnon parantamiseksi kehitetään lujuusanalyyysirekisteri. Laitoksen käyttöikää rajaavista laitteista selvitetään niiden tärkeimpien osien tarkkuudella ikääntymisilmiöt, jotka voisivat muodostua esteeksi 50 vuoden käyttöiän saavuttamiselle. Määräaikaistarkastusohjelma on tarkoitus uudistaa koko laitoksen kattavaksi riskitietoiseksi ohjelmaksi.

STUK arvioi käyttöiän hallintaohjelmaa myös Loviisan laitoksella vuosittain tehtävissä tarkastuksissa sekä tarkastamalla laitteiden vanhenemisesta laadittavia vuosiraportteja. Automaatiojärjestelmien ja -laitteiden vanhenemisessä tärkeä kohde ovat suojausjärjestelmän releet, joita joudutaan säännöllisesti vaihtamaan tai korjaamaan ja joihin korvaavien varaosien saatavuus on heikko. Myös vanhan ohjelmoitavan automaation korvaavien varaosien saatavuus on osoittautunut ongelmalliseksi. Loviisan laitostyksiköiden automaation uusintaprojektista ja STUKin valvontatoimista on kerrottu tämän raportin kohdassa 3.1.3. Suojarakennuksen korkeiden lämpötilojen johdosta sähköjärjestelmien kaapeleiden vanhenemisen seuranta on erityisen huomion kohteena. Voimayhtiö totesi vuoden 2005 lopulla toimitetussa kaapeleiden kunnonvalvontaraportissa kaapeleiden ikääntymisilmiöiden pysyvän hallinnassa, mikäli kunnonvalvontaa ja tarpeellisia vaihtoja jatketaan nykyisellä tasolla.

Mekaanisista laitteista tarkastuksen kohteina olivat vuonna 2005 paine- ja lämpötilatransientit, putkistojen värähtelyt ja eroosiokorroosio. Tarkastuksessa kiinnitettiin huomiota vuosittain esiintyneiden rasitustekijöiden korrelaatioon eri ikääntymisilmiöistä tehtyjen havaintojen kanssa. Primääripiirissä tunnistettiin paikallisia rasituskohteita, joissa mittauksiin perustuvaa tehostettua seurantaa on syytä jatkaa. STUK edellytti systemaattisen seurantaohjelman kehittämistä sekundääripiirin putkistojen värähtelyille, joiden taso on suurentunut tehtyjen tehonkorotusten johdosta.

Primääripiirin painelaitteiden, erityisesti putkistojen käyttöiän hallinnassa suuri merkitys on myös ainettarikkomattomilla menetelmillä tehtävillä määräaikaistarkastuksilla. Nämä tarkastusmenetelmät on päteväitävä ohjeen YVL 3.8 mukaisesti. Voimayhtiöiden kanssa sopimuksen tehnyt päteväntoiminnasta vastaava organisaatio jatkoi päteväntien toteutusta vuoden 2005 aikana. STUK valvoi päteväntien suunnittelua ja toteutusta luvanhaltijan toimittamien asiakirjojen perusteella ja hyväksyi luvanhaltijan toimittamat päteväntielimen laatimat arviointiraportit.

Tämän lisäksi STUK on vuoden 2005 aikana tarkastanut ikääntymisestä johtuviin muutostöihin liittyviä asiakirjoja sekä osallistunut voimalaitosten ikääntymiseen liittyvän tutkimuksen ohjaukseen.



## Säteilyturvallisuus

### Työntekijöiden säteilyaltistus

Kaikkien Loviisan ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2005 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2005 esitetään taulukossa I. Suurin Suomen ydinvoimalaitoksilla saatu henkilökohtainen säteilyannos oli 13,5 mSv. Annos kertyi työskentelystä Loviisan ydinvoimalaitoksen vuosihuolloissa. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltä 100 mSv:n annosrajaa. Suurin suomalaisen ydinvoimalaitostyöntekijän henkilökohtainen säteilyannos viisivuotiskaudella 2001–2005 oli 69,2 mSv. Annos kertyi Loviisan, Olkiluodon ja Ruotsin ydinvoimalaitoksilta.

Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,47 manSv ja Loviisa 2:lla 0,34 manSv eli yhteensä 0,81 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos kertyy pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana. Vuosihuoltojen aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos Loviisa 1:llä oli 0,40 manSv ja Loviisa 2:lla 0,30 manSv. STUKin ohjeen mukaan kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo yhdelle laitostyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden. Se merkitsee yhdelle Loviisan laitostyksikölle 1,22 manSv säteilyannosta. Raja-arvo ylittyy Loviisa 1:llä (1,24 manSv). Voimalaitos on raportoinut ylittämisen syyt sekä tarpeelliset säteilyturvallisuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille. Ylitykseen vaikutti erityisesti Loviisa 1:n pitkässä vuosihuoltoseisokissa 2004 kertynyt kollektiivinen säteilyannos (1,93 manSv). Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Loviisan ydinvoimalaitokselta ympäristöön olivat vuonna 2005 huomattavasti alle asetettujen päästörajoiden. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 6,6 TBq, mikä on noin 0,03 % asetetusta rajasta. Jalokaasupäästöissä hallitsevana oli reaktoripaineastian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote argon 41. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 0,06 MBq,

**Taulukko I.** Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla työskennelleiden henkilöiden säteilyannosjakaumat vuonna 2005.

Annosväli (msv)	Henkilöiden lukumäärät annosvälillä		
	Loviisa	Olkiluoto	yhdistelmä*
alle 0,1	635	1162	1662
0,1–0,5	171	592	656
0,5–1	106	266	340
1–2	80	294	336
2–3	43	171	206
3–4	30	86	130
4–5	22	66	95
5–6	23	41	64
6–7	8	17	29
7–8	–	11	21
8–9	2	8	12
9–10	2	4	8
10–11	–	1	2
11–12	4	4	8
12–13	–	–	6
13–14	1	–	2
14–15	–	–	3
15–16	–	–	1
16–17	–	–	–
17–18	–	–	1
18–19	–	–	1
19–20	–	–	–
20–21	–	–	–
21–25	–	–	–
yli 25	–	–	–

\* Tähän sarakeeseen sisältyvät myös ne suomalaiset työntekijät, jotka ovat saaneet säteilyannoksia Ruotsin ydinvoimalaitoksilla. Sama henkilö on voinut työskennellä molemmilla Suomen ydinvoimalaitoksilla sekä Ruotsissa.

Lähde: STUKin annosrekisteri

mikä on alle miljoonasosa asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 0,1 GBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,2 TBq ja hiili 14 -päästö ilmaan noin 0,3 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 14 TBq on noin 9 % päästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 0,9 GBq, mikä on noin 0,1 % päästörajasta. Päästörajoiden tarkoituksena on laitosten käytöstä aiheutuvan ympäristön väestön yksilöiden vuotuisen säteilyaltistuksen rajoittaminen selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) määritellyn raja-arvon 100 mikroSv.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 mikroSv eli alle 0,1 % asetetusta rajasta.

Liitteessä 1 (tunnusluku A.I.5) esitetään radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön altistuneimman henkilön laskennalliset säteilyannokset viime vuosilta.

### ***Ympäristön säteilyvalvonta***

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilyn mittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määrittäykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin valvontaohjelman mukaisesti yhteensä 310 näytettä. Loviisan ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin yhdeksässä sedimentoituvan aineksen näytteessä, kahdeksassa vesikasvinäytteessä, viidessä laskeumanäytteessä, kolmessa merivesinäytteessä ja yhdessä pohjaeläinnäytteessä.

Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 21 näytteessä. Näytteissä havaittiin myös hopea 110m (17 havaintoa), koboltti 58 (5 havaintoa), antimoni 124 (5 havaintoa), tritium (3 havaintoa) ja mangaani 54 (2 havaintoa). Yhdessä vesikasvinäytteessä esiintyi lisäksi rauta 59, sirkonium 95, niobium 95 ja telluuri 123m.

Kaikkien edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ympäristönäytteissä havaitaan edelleen myös Tshernobylin onnettomuudesta ja ydinasekoekiden laskeumasta peräisin olevia radioaktiivisia strontium-, cesium- ja plutonium-isotooppeja (strontium 90, cesium 134 ja 137, plutonium 238, 239 ja 240). Lisäksi näytteissä esiintyy luonnon radioaktiivisia aineita (mm. beryllium 7, kalium 40 sekä uraani ja torium hajoamistuotteineen), joiden pitoisuudet ko. näytteissä ovat yleensä suurempia kuin voimalaitokselta tai laskeumasta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden.

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi ydinvoimalaitoksen ympäristössä on 15 jatkuvatoimista mittausasemaa kahden ja viiden kilometrin etäisyyksillä laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ydinvoimalaitosten ympäristöön on sijoitettu annosmittareita kymmeneen pisteeseen.

## **3.1.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta**

### **Turvallisuusjohtaminen**

Asiakirjatarkastusten ja muun tarkastustoiminnan yhteydessä Loviisan laitokselta kertynyttä tietoa tarkasteltiin vuoden mittaan siltä kannalta, miten laitoksen turvallisuudesta huolehditaan.

Loviisan voimalaitoksen nykyinen käyttöluva päättyy 31.12.2007 ja Fortum Power and Heat Oy:n on tarkoitus jättää hakemus käyttöluvan jatkamisesta kauppa- ja teollisuusministeriölle loppuvuodesta 2006. Voimayhtiö on perustanut KLUPA-projektin käyttöluvahakemuksen valmistelua varten. Käyttöluvan uusimisen lisäksi projektin tavoitteena on syventää Loviisan voimalaitoksen ja Fortum Nuclear Servicen asiantuntemusta ja strategista kumppanuutta sekä siirtää Loviisan voimalaitokseen liittyviä tietoja ja taitoja vanhemmalta sukupolvelta nuoremmalle. Keskeiset osa-alueet projektissa ovat käyttöiän hallinta, laitoksen turvallisuusasiat, deterministiset ja todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit, laitoksen käyttöön liittyvät asiat sekä ympäristö-, ydinjäte- ja ydinpolttoaineasiat. Yhtenä osana laitoksen käyttöön liittyvää osaprojektia laaditaan selvitykset laitoksen käyttöorganisaatiosta ja turvallisuuskulttuurista.

STUK on perustanut oman valvontaprojektin Loviisan käyttöluvan uusimista varten. Ennen varsinaisen hakemuksen jättämistä STUK ja voimayhtiö ovat keskustelleet säännöllisissä projektitason kokouksissa sekä tekniikka-alakohtaisissa kokouksissa suunnitelmista projektin läpiviemiseksi.

Loviisan laitoksen turvallisuuden hallinnan merkittävimmäksi kehityskohteeksi tunnistettiin käyttöjakson aikana henkilöstöresurssien vähyys tietyillä toimialueilla. Henkilöstön siirtyminen eläkkeelle, toisiin tehtäviin tai pois voimayhtiön palveluksesta on aiheuttanut tietyille tehtäväalueille tilapäistä resurssipulaa. Loviisan laitos on tiedostanut ongelman ja ryhtynyt korjaamaan tilannetta mm. rekrytoimalla uusia henkilöitä. STUK seuraa tilannetta käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Muuten organisaatiolla todettiin olevan riittävät resurssit ja pätevyydet laitostyösköiden turvalliseen käyttöön.

### **Laadunhallintajärjestelmä**

Loviisan voimalaitos on ylläpitänyt ja kehittänyt laadunhallintajärjestelmäänsä järjestelmällisesti

omien suunnitelmiensa mukaisesti. Vuosien 2002 ja 2003 aikana laadunhallintajärjestelmä päivitettiin vastaamaan laitoksella toteutettuja organisaatio- ja menettelytapamuutoksia. Ohjeistoa on tämän jälkeen pidetty ajan tasalla sovittujen käytäntöjen mukaisesti. Luvanhaltija Fortum Power and Heat Oy on päivittänyt vuoden 2005 aikana Fortum-konsernin ydinvoimatoiminnan laadunhallintajärjestelmää kuvaavan ohjeen.

Luvanhaltija on aikaisemmin verrannut Loviisan laitoksen laadunhallintajärjestelmää mm. standardiin ISO 9001 sekä IAEA:n turvallisuusvaatimukseen ja ohjeisiin. Vertailun perusteella laadunhallintaa on kehitetty edelleen ottamalla käyttöön mm. laitoksen johdon katselmukset ja itsearviointimenettely, joiden tavoitteena on parantaa johtamisjärjestelmää ja organisaation toimintaa. Loviisan laitos arvioi säännöllisesti laadunhallintajärjestelmänsä toimivuutta sisäisen seurantatarkastusohjelman ja erillisen riippumattoman tarkastusmenettelyn avulla.

STUK valvoi Loviisan laitoksen laadunhallintajärjestelmää asiakirjatarkastuksin ja käytön tarkastusohjelman mukaisella laadunvarmistustoiminnan tarkastuksella. Tarkastuksessa käsiteltiin laadunvarmistustoiminnan resursseja, sisäistä tarkastustoimintaa, toimittajien arviointia ja hyväksyntää sekä johtamisjärjestelmän ja laadunhallinnan kehittämistoimia.

Tarkastuksissa todettiin luvanhaltijan ja Loviisan voimalaitoksen laadunhallintajärjestelmä hyväksyttäväksi. Organisaation toiminnassa todettiin kuitenkin tarve parantaa Loviisan laitoksen käyttämien alihankkijoiden arviointi- ja hyväksyntämenettelyjä.

### **Henkilökunnan pätevyys ja koulutus**

Loviisan laitoksen organisaatiota muutettiin vuonna 2002. Muutoksella varauduttiin mm. sukupolvenvaihdoon antamalla kokeneille henkilöille mahdollisuus tiedon siirtämiseen erilaisissa asiantuntijatehtävissä ja nimeämällä nuorempia henkilöitä linjaorganisaation esimiestehtäviin. Useita Loviisan laitoksella suhteellisen vähän aikaa työskennelleitä henkilöitä osallistui vuonna 2005 Suomessa järjestettyyn viiden viikon mittaiseen ydinalan peruskoulutusohjelmaan.

STUK valvoi Loviisan laitoksen käytettävissä olevan organisaation tarkoituksenmukaisuut-

ta ja riittävyttä sekä henkilökunnan koulutusta käytön tarkastusohjelman tarkastusten puitteissa. Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Henkilömuutoksia oli aiempaa enemmän johtuen sukupolven, tehtävien ja työpaikan vaihdoista.

Luvanhaltijan hakemuksesta hyväksyttiin sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön, ohjaajan tai ohjaajajärjoittelijän tehtävissä. Hyväksymisiä annettiin 32:lle Loviisan laitoksen henkilölle, joista seitsemän on ohjaajajärjoittelijoita.

### **Käyttökokemustoiminta**

Luvanhaltijan käyttökokemustoiminta muodostui omien ja muiden laitosten tapahtumien käsittelystä. Myös ulkomaisten laitosten tapahtumat käsiteltiin erityisessä käyttökokemusryhmässä. Käyttökokemustoiminnan tavoitteena on estää laitosturvallisuutta vaarantavien tapahtumien toistuminen. Vuonna 2005 käyttökokemusten perusteella laitossyksiköillä tehdyt kehitystoimenpiteet olivat pieniä, lähinnä toimintatapojen ja ohjeiston tarkennuksia sekä laitteiden tarkastuksia ja lisäanalyyskejä. Käyttökokemuksista saatua tietoa jaettiin henkilökunnalle raporteissa ja koulutus-tilaisuuksissa.

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkastamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumareportit ja vuosittaisen selvityksen käyttökokemustoiminnasta. Loviisan laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt tapahtumien selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tekemiseksi. Merkittävimpänä ongelmana Loviisan laitoksen käyttökokemustoiminnassa on ollut henkilöstön vähyys, joka on tullut ilmi raportoinnin viiveinä ja raporttien laadun heikkenemisenä. Asiaan on kiinnitetty huomiota ja Loviisan laitoksella suunniteltujen resurssien lisäysten odotetaan parantavan tilannetta vuoden 2006 alussa.

STUKissa arvioitiin lisäksi ulkomaisista tapahtumista saatujen opetusten soveltuvuutta huomioitavaksi Suomen laitoksilla. Tiedot tapahtumista saatiin IAEA:n ja OECD:n IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) välityksellä. Tammikuussa tapahtunut meriveden pinnan nousu Loviisan laitoksella raportointiin IRS-järjestelmään.

### **Tapahtumien tutkinta**

STUK ei käynnistänyt vuonna 2005 tapahtumien tutkintoja. Tapahtuman tutkintaryhmä nimetään silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

### **Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset**

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitoksen hakemuksesta kaksi ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa. Lisäksi STUK laajensi Loviisan voimalaitoksen valmistajahyväksyntää hyväksymällä yhden uuden valmistusmenetelmän.

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Fortum Power and Heat Oy:n hakemuksesta kolmen eri testauslaitoksen palveluksessa olevia testajia tekemään mekaanisten laitteiden ja rakenteiden määräraikaistestauksia Loviisan laitosyksiköillä. Aikaisemmat valmistajia ja testauslaitoksia koskevat päätökset ovat voimassa, kuten päätöksissä on mainittu. Vuonna 2002 hyväksytty Loviisan voimalaitoksen tarkastusyksikkö ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL” jatkoi toimintaansa. STUK laajensi päätöksellään tarkastuslaitoksen tarkastusaluetta.

STUK valvoi voimayhtiön oman tarkastuslaitoksen mekaanisten laitteiden tarkastustoimintaa turvallisuusluokissa 3 ja 4 sekä luokassa EYT tarkastamalla sen tekemiä tarkastuspyytäkirjoja. Turvallisuusluokitus perustuu STUKin ohjeeseen YVL 2.1, jonka mukaan laitteet ryhmitellään turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet joiden merkitys turvallisuudelle on suurin, kuuluvat turvallisuusluokkaan 1.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

STUK valvoi myös hyväksymänsä tarkastuslaitoksen ”Tarkastuslaitos Loviisa YVL, S&A tekniikka” toimintaa ja sen tarkastajien tekemiä

sähkötekniisiä käyttöönottotarkastuksia. Toiminta todettiin ohjeen YVL 5.2 mukaiseksi.

### **Ydinvastuu**

Ydinenergiaa käyttävällä tulee olla ydinvastuulain (484/1972) edellyttämä vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Fortum Power and Heat Oy on varautunut ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ottamalla tämän varalta vakuutuksen pääosin Suomen Atomivakuutuspoolilta.

Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat kolmesta eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2005 kaikista näistä lähteistä yhteensä oli käytettävissä vahingon varalta noin 425 000 000 euroa. Tähän summaan on tulossa lähivuosina korotus, sillä vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi päätetty säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi. Lakimuutos ei ole vielä voimassa, vaan odottaa em. kansainvälisten sopimusten voimaantuloa.

Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvon tavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt Fortum Power and Heat Oy:n vakuutuksen, ja STUK on todentanut vakuutuksen voimassaolon ydinenergialain (990/1987) 55 §:n mukaisesti.

Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät vastuuvakuutukset.

### **3.1.6 Ydinturvallisuuden tunnusluvut**

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluville asetetut vaatimukset täyttyivät Loviisan voimalaitoksella työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten, radioaktiivisten aineiden päästöjen ja väestön säteilyaltistuksen suhteen. Loviisa 1:llä ylittyi edelleen ohjeessa YVL 7.9 asetettu netto-

sähkötehoon sidottu kollektiivisen annoksen laskennallinen raportointiraja, mihin vaikutti vielä sen pitkässä vuosihuoltoseisokissa vuonna 2004 kertynyt annos.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna Loviisan laitoksen käyttötoiminnassa ei ilmennyt merkittäviä puutteita. Käyttötapahtumien taustalla oli pääsääntöisesti tekniset viat. TTKE-laitteiden vikojen ja kunnossapitoa kuvaavien tunnuslukujen perusteella kunnossapitotoiminta oli vuonna 2005 Loviisan laitoksella luotettavaa eikä merkkejä kunnossapidon laadun heikkenemisestä ollut havaittavissa. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä, johon kuuluvat sekä vikakorjaukset että ennakko- huollot, oli Loviisan laitoksella edelleen kasvussa johtuen vikakorjausten lukumäärän lievistä kasvusuuntauksesta. Ennakko- huoltotöiden lukumäärä oli matalampi kuin edellisenä vuonna, ja Loviisa 2:lla ennakko- huoltojen ja vikakorjausten suhde jäi huomattavan alhaiseksi. Laitoksen ennakko- huoltotöiden määrään vaikuttaa vuosi- huoltoseisokkien pituuden mukaan määräytyvät ennakko- huollot. Ennakko- huoltojen määrä on suunnitellusti vähentynyt pitkällä aikavälillä. Ennakko- huolto-ohjelmien arviointia ja kehittämistä jatketaan tulevaisuudessakin. Muutoksia tapahtuu jatkossa mm. käyttöön otettujen kunnonvalvontamittausmenetelmien johdosta. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden keskimääräinen korjausaika Loviisan laitoksella oli laskussa jo toisena perättäisenä vuonna, mikä voi indikoida kunnossapitotoiminnan tehostumista. Pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei kuitenkaan voida tehdä ennen kuin tiedetään vallitsevien vikojen tyyppiä.

Loviisan voimalaitosten käyttö- tapahtumien määrä oli vuonna 2005 viime vuosien keskimääräisellä tasolla. Loviisan voimalaitoksella oli yhdeksän tapahtumaa, joista toimitettiin käyttö- tapahtumaraportti. Käyttö- häiriöt aiheutuivat tyypillisesti pääkiertopumppujen toiminnassa tapahtuneista häiriöistä. Erikoisraportoituja tapahtumia oli Loviisan laitoksella yksi, mikä liittyi korkean meriveden pinnan aiheuttamaan varautumistilanteeseen.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttö- tapahtumien riskimerkitystä. Tapahtumat jaetaan niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan ja tunnuslukuna on kuhunkin

luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Loviisan laitoksella ei sattunut yhtään oleellisesti turvallisuutta heikentävää tapahtumaa. Merkittävin tapahtuma oli automaattiorakennuksen rakentamisen vaatima valvomorakennuksen kojetilojen ja päävalvomon ilmajäähdytysjärjestelmään kuuluvan ilmalauhduttimen siirtäminen turbiinihallin seinän viereltä turbiinihallin katolle. Muut tapahtumat liittyivät piileviin vikoihin sivumerivesijärjestelmässä (Loviisa 1) ja hätäsyötövesijärjestelmässä (Loviisa 2). Vuoden 2005 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta. Tapahtumien lukumäärien muutoksia edelliseen vuoteen verrattuna voidaan pitää normaalina tilastollisena vaihteluna.

Vuoden 2005 tunnuslukujen perusteella radioaktiivisia päästöjä rajoittaville esteille asetettuja rajoja ei ylitetty. Polttoainevuotoja ei Loviisan laitosyksiköillä ole esiintynyt useaan vuoteen.

STUKin laitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen tulokset vuodelta 2005 esitetään liitteessä 1.

### 3.1.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi

Loviisan voimalaitosta koskevassa turvallisuuden vuotuisessa kokonaisarviossa tarkastellaan uusien YVL-ohjeiden voimaansaattamista laitoksella sekä voimalaitoksen turvallisuusanalyysien, laitosmuutosten, toimintakuntoisuuden ja organisaation valvonnassa vuoden 2005 aikana tehtyjä havaintoja. Seikkaperäisemmin arvioinnin alueita käsitellään tämän raportin luvuissa 3.1.1–3.1.6 sekä tämän raportin liitteissä. Valvonnassa ei tullut esille ydinturvallisuuteen liittyviä merkittäviä puutteita.

Ydinlaitosten ilmastointijärjestelmiä ja -laitteita, radioaktiivisten aineiden kuljetuspakkauksia, ydinainesten ja -jätteiden kuljetuksia sekä ydinlaitoksen sähköjärjestelmiä ja -laitteita koskevien YVL-ohjeiden täytäntöönpanon yhteydessä todettiin, että uudet tekniset turvallisuusvaatimukset ja menettelytavat voidaan ottaa suunnitelluilla toimenpiteillä käyttöön. Voimayhtiön edellytettiin täydentävän radioaktiivisten ja myrkyllisten aineiden pitoisuuksien havaitsemista koskevia suunnitelmiaan sekä parantavan ydinvoimalaitoksen sähkönsyöttöä ja tehostavan sähkötekniikan alueen ohjeiden päivitystä.

Vuoden 2005 aikana Loviisan ydinvoimalaitok-



sella saatiin päätökseen vuonna 2000 alkanut laitoksen hätä- ja häiriötilanneohjeiden uusintaprojekti, jossa kehitettiin kattava, yhtenäinen ohjeisto sekä ohjeisiin liittyvä tausta-aineisto. Uusien tapahtuma- ja oirepohjaisten ohjeiden käyttöönotolla vuonna 2006 valmistaudutaan myös uuden digitaalisen teknologian tulemiseen ydinvoimalaitoksen valvomoon.

Loviisan ydinvoimalaitoksen päivitetyn seisokitilojen sääriskianalyysin mukaan seisokitilojen aikaiset sää- ja muut ympäristöilmiöt muodostavat suuren osan laitokselle arvioidusta sydänvaurion todennäköisyydestä. Täsmennetyn analyysin mukaan öljy- ja kemikaalipäästöt ovat tärkein sää- ja ympäristöilmiöihin liittyvä riski. Merellä tapahtuvien öljypäästöjen aiheuttamaksi riskiksi Loviisan voimalaitokselle on arvioitu tehoajolla  $4 \cdot 10^{-9}$ /vuosi ja vuosihuoltoseisokissa  $8,5 \cdot 10^{-6}$ /vuosi, mikä on yhteensä noin 10 prosenttia Loviisan laitossyksiköiden sydänvaurion kokonaistaajuudesta (tehoajo ja seisokit yhteensä noin  $10^{-4}$ /vuosi). Loviisan voimalaitoksella on ryhdytty toteuttamaan toimenpiteitä riskin edelleen pienentämiseksi.

Loviisan voimalaitoksella on toteutettu laitosmuutoksia ottamalla käyttöön uusia järjestelmiä tai korvaamalla käytöstä poistuvaa teknologiaa uudella. Vuoden 2005 uuden, molemmille laitosyksiköille yhteisen jälkilämmönpoistojärjestelmän koekäyttö saatiin valmiiksi. Molemmilla laitosyksiköillä on otettu käyttöön uudet henkilömonitorit, joilla valvotaan valvonta-alueelta poistuvien työntekijöiden mahdollista kontaminaatiota. Merkittävä teknologian vanhenemisesta johtuva hanke on Loviisan automaatiouudistus, jonka periaatesuunnittelu eteni 2005 aikana. Hanke alkoi uusien automaatiotilojen rakentamisella ja sen on tarkoitus valmistua lopullisesti vuonna 2014. Uudistus on suunniteltu toteutettavaksi vaiheittain siten, että vuosihuoltojen aikana voidaan ottaa käyttöön kulloinkin uudistettu osa uutta automaatiota. Uusimisprojektin vaiheet toteutetaan ensin Loviisa 1:llä ja kahden vuoden vaihesiirrolla Loviisa 2:lla. Loviisa 1:n rakennustyöt edistyivät pitkälle ja Loviisa 2:n uusien automaatiotilojen rakennustyöt aloitettiin vuonna 2005.

Loviisan laitoksen toimintakuntoisuuden valvonnassa ei vuoden 2005 aikana havaittu merkittäviä turvallisuuteen liittyviä puutteita. Laitossyksiköiden käytössä ei ollut merkittäviä häiriöitä ja laitossyksiköitä käytettiin turvallisuus-

teknisten käyttöehtojen mukaisesti seitsemää STUKin myöntämällä luvalla tehtyä poikkeusta lukuun ottamatta. Käyttötapahtumista yksi – meriveden korkea pinta tammikuussa 2005 – johti erikoisraporttiin. Loviisan 1:n ja Loviisa 2:n vuosihuoltoseisokit olivat lyhyitä ns. polttoaineen vaihtoseisokkeja eikä niissä ollut tämän johdosta suuria huolto-, korjaus- tai tarkastustöitä. Loviisa 1 ja Loviisa 2 -yksiköillä jatkettiin höyrystimen pintalämpöputkien tulppauksia. Tarkastuksissa ei tullut esille merkittäviä havaintoja.

Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos oli kansainväliseen tasoon verrattuna alhainen. Kuitenkin Loviisa 1:llä STUKin ohjeen mukaisesti laskettu, nettosähkötehoon sidottu kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo ylittyi hieman johtuen höyrystintilassa 2004 toteutetuista turvallisuutta parantavista töistä. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos Loviisan ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Nykyiset käyttöluvut päättyvät vuonna 2007 ja voimayhtiön on tarkoitus hakea Loviisa 1:lle 20 vuoden ja Loviisa 2:lle 23 vuoden jatkoa käyttöluvan. Samalla laitosyksiköiden kaupallisten sopimusten perusteeksi suunniteltu 30 vuoden tekninen käyttöikä ylittyy 20 vuodella. Luvanhaltija on perustanut käyttöluvan uusintaa varten projektin. Käyttöluvan uusimisen lisäksi projektin tavoitteena on syventää Loviisan voimalaitoksen ja Fortum Nuclear Servicen asiantuntemusta ja strategista kumppanuutta sekä siirtää Loviisan voimalaitokseen liittyviä tietoja ja taitoja vanhemmalta sukupolvelta nuoremmalle. Yhtenä osana laitoksen käyttöön liittyvää osaprojektia laaditaan selvitykset laitoksen käyttöorganisaatiosta ja turvallisuuskulttuurista.

Käyttölupaprojektin ikääntymishallintaa koskevassa osuudessa tarkastellaan erityisesti lujusteknisiä perusteita käyttöiän jatkamiselle sekä käyttöiän jatkoperusteita sähkö- ja automaatiolaitteille ja -järjestelmille ja käyttöikää rajaille laitteille. Vuoden 2005 aikana mekaanisten laitteiden, sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja -rakenteiden ikääntymisen hallintaan liittyvissä tarkastuksissa ei tullut esille merkittäviä turvallisuuspuutteita. Tehonkorotusten seurausvaikutuk-

sena ydinvoimalaitoksen sekundääripiirin värähtelyjen on voitu todeta kasvaneen ja niitä tulee seurata systemaattisesti. Turvallisuudelle tärkeiden kaapeleiden ikääntymisen vaikutukset ovat hallittavissa toteutetuilla tarkastusmenettelyin ja oikea-aikaisella vaihto-ohjelmalla. Laitoksen päästöjä rajoittavien esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Henkilöstön siirtyminen eläkkeelle, toisiin tehtäviin tai pois voimayhtiön palveluksesta on aiheuttanut tietyille tehtäväalueille tilapäistä resurssipulaa. Loviisan laitos on tiedostanut ongelman ja ryhtynyt korjaamaan tilannetta mm. rekrytoimalla uusia henkilöitä.

STUKin toteuttamassa Loviisan voimalaitoksen käytön tarkastusohjelmassa ei tullut esille merkittäviä turvallisuuspuutteita.

STUK ei aloittanut vuoden 2005 aikana yhtään laitoksen toimintaa koskevaa tutkintaa.

## 3.2 Olkiluoto 1 ja 2

### 3.2.1 Säännösten täytäntöönpano

STUK on ottanut käyttöön menettelyn, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perustelluina.

Käyttöön otetun menettelyn mukaiset täytäntöönpanopäätökset annettiin ohjeille

- YVL 5.6, Ydinlaitosten ilmastointijärjestelmät ja -laitteet, 25.11.2004

- YVL 6.4, Radioaktiivisten aineiden kollit ja pakkaukset, 4.4.2005
- YVL 6.5, Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetukset, 4.4.2005.
- YVL 5.2, Ydinlaitosten sähköjärjestelmät ja -laitteet, 6.4.2005

Ohjeiden YVL 6.4 ja YVL 6.5 osalta STUKilla ei ollut huomautettavaa luvanhaltijan selvitykseen ohjeiden vaatimusten toteutumisesta luvanhaltijan ydinlaitoksella ja toiminnassa.

Ennen ohjeen YVL 5.6 täytäntöönpanopäätöstä Teollisuuden Voima Oy esitti arvion ohjeen vaatimusten toteutumisesta. STUK ei pitänyt riittävänä ohjeesta YVL 5.6 toimitettua selvitystä, vaan edellytti lisäselvitystä suunnitelluista toimenpiteistä radioaktiivisten ja myrkyllisten aineiden pitoisuuksien havaitsemista koskevan vaatimuksen täyttämistä 30.6.2006 mennessä.

Ohjeen YVL 5.2 täytäntöönpanopäätöksessä STUK esitti lisävaatimuksen laatusuunnitelmas- ta, joka voimayhtiön on laadittava sekä omaa että ulkopuolista suunnittelua ja toteutusta varten.

### 3.2.2 Turvallisuusanalyysien arviointi

#### Deterministiset turvallisuusanalyysit

Luvanhaltijat päivittävät ydinvoimalaitosten deterministiset turvallisuusanalyysit käyttölu- pien yhteydessä. Analyysit päivitetään myös laitoksella tehtävien muutosten yhteydessä tai käyttötapauksien antaessa päivittämiseen ai- hetta. STUK tarkastaa luvanhaltijan analyysit ja tekee tai teettää tarvittaessa omia vertailuanalyys- ejä. Vuonna 2005 ei Olkiluodon laitosta koskevia deterministisiä turvallisuusanalyysijä toimitettu STUKille tarkastettavaksi.

#### Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

STUK tarkasti Olkiluodon laitoksen sääriskiana- lyysin päivityksen ja toimitti Teollisuuden Voima Oy:lle analyysiä koskevat huomautukset ja selvi- tuspyyntö. Voimayhtiö toimitti pyydetty selvityk- set STUKille lokakuussa 2005. Teollisuuden Voima Oy selvitti yhteistyössä Ruotsin kiehutusvesilai- tosten kanssa kovan pakkasen aikana tapahtu- van reaktorirakennuksen lämmityksen menetyk- sen vaikutuksia mm. instrumenttitiloissa oleviin impulssiputkiin. Selvitysten perusteella instru-

menttihuoneet jäähtyvät 0 °C:een noin kahdessa tunnissa, jos reaktorirakennuksen lämmitys menetetään, ulkolämpötila on -20 °C ja ilmastointi jää toimimaan. Seurauksena voi olla reaktorin pinnanmittauksen impulssiputkien jäätyminen ja siitä aiheutuva turvallisuusjärjestelmien ohjauksen menetys. Voimayhtiön päivitetyn lämmitys- ja ilmastointijärjestelmän käyttöohjeen mukaan liiallinen jäähtyminen estetään sulkemalla reaktorirakennuksen normaali ilmastointi ja käynnistämällä pienikapasiteettinen hätäilmastointi. Ohjeiston muutoksesta huolimatta ilmiöllä on huomattava riskimerkitys. Sydänvauriotaajuuden arvio  $1,7 \cdot 10^{-5}$ /vuosi nousee arvoon  $3,4 \cdot 10^{-5}$ /vuosi. Voimayhtiö selvittää mahdollisuutta toteuttaa ilmastoinnin pysäyttäminen automaattisesti riskin pienentämiseksi. STUK on asettanut määräajan toimenpidesuunnitelman esittämiseksi.

Sääriskianalyysin päivityksessä oli otettu huomioon edellisen version tarkastusraportissa tehty huomautukset, muutoin tehty päivitykset olivat pieniä. Varsinaiseen sääriskianalyysin päivitykseen ei ollut huomautuksia lukuun ottamatta edellä esitettyä reaktorin pintamittauksen toimintaa uhkaavaa jäähtymisongelmaa, jota koskevat korjaavat toimenpiteet ovat käynnissä. Äärimmäisten sääilmiöiden ym. ulkoisten ilmiöiden esiintymistaajuuksia koskevia arvioita käsitellään STUKissa myös Olkiluoto 3:n ulkoisten tapahtumien riskianalyysin yhteydessä. Jos tällöin tulee ilmi oleellisia uusia tietoja, STUK esittää mahdolliset huomautukset myös Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n sääriskianalyysin osalta.

### 3.2.3 Laitosmuutosten valvonta

Olkiluodon laitoksella on ollut meneillään turbini-laitoksen uudistaminen, johon liittyy myös reaktoripainesäiliössä olevien höyrynkuiivaimien uusiminen. Vuonna 2005 muutokset toteutettiin Olkiluoto 2:lla. Laitosyksiköiden turvallisuuden parantamiseksi tehtyjä, vuonna 2005 loppuunsaattuja laitosmuutoksia selvitetään liitteessä 2.

Laitosmuutosten valvonta koostui viranomaiskäsittelyn laajuuden määrittelystä, muutoksia koskevien asiakirjojen käsittelystä ja muutostyön toteutuksen ja käyttöönoton valvonnasta. Laitteiden ja rakenteiden muutostöiden toteuttamista valvottiin laitospaikalla ja laitteiden valmistajien luona tehdyin tarkastuksin sekä luvanhaltijan laatimien selvitysten avulla. Muutostöiden valvontaan liittyi

myös STUKin ja luvanhaltijan välisiä kokouksia sekä STUKin sisäisiä kokouksia.

Käyttöiän hallintaan kuuluu myös käytössä olevien laitteiden korvaaminen uudemmalla teknologialla. Olkiluodon laitosyksiköiden säteilymitausjärjestelmät uusitaan vuosina 2007 ja 2008. Voimayhtiö toimitti vuoden 2005 lopussa muutostyön periaatesuunnitelman STUKin hyväksyttäväksi.

Laitoksella tehtyjen muutosten seurauksena myös useat laitoksen toimintaa ja rakennetta kuvaavat asiakirjat kuten turvallisuustekniset käyttöehdot, lopullinen turvallisuusseloste sekä käyttö- ja kunnossapito-ohjeisto muuttuivat. STUK valvoi näihin asiakirjoihin tehtyjä muutoksia sekä seurasi yleisesti muutostöistä johtuneen laitosdokumentaation päivittämistä. Seurannan tulokset esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.6).

### 3.2.4 Toimintakuntoisuuden valvonta

#### Turvallisuusteknisten

#### käyttöehtojen noudattaminen

Olkiluodon voimalaitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista valvottiin seuraamalla käyttötoimintaa laitospaikalla. Valvottavia kohteita olivat erityisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen piiriin kuuluvien laitteiden koestukset ja vikojen korjaaminen. Vuosihuoltoseisokkien päätyttyä tarkastettiin, että laitosyksikkö oli käyttöehtojen mukaisessa tilassa ennen kuin laitosyksikön käynnistys voitiin aloittaa. Luvanhaltija on velvollinen raportoimaan STUKille välittömästi turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimuksista poikkeavista tilanteista.

Olkiluodon laitoksella oli neljä tilannetta, joissa laitosyksikkö ei ollut turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisessa tilassa (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamiset olivat

- Reaktoripaineastian kannen suurimman salitun nostokorkeuden ylitys Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla
- Sähkökatkos Olkiluoto 2:lla vuosihuoltoseisokin aikana
- Dieseltilojen hiilidioksidisammutusjärjestelmän hälytyskoestuksen jättäminen tekemättä Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla
- Varavoiomadieselien ilmanottoaukon sulkeminen Olkiluoto 2:lla



Tapahtumat selvitetään yksityiskohtaisemmin liitteessä 3, jossa kerrotaan myös luvanhaltijan suunnittelemista ja tekemistä toimenpiteistä tapahtumien toistumisen estämiseksi.

Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikettiin myös hakemalla ennakkoon STUKin hyväksyntä poikkeamalle. Vuonna 2005 luvanhaltija haki lupaa yhdeksälle turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeavalle tilanteelle (liite 1, tunnusluku A.I.2). Poikkeamatilanteiden turvallisuusmerkityksen analyysin jälkeen STUK hyväksyi kaikki hakemukset. Poikkeusluvista neljä koski laitosmuutosten tai perusparannusten aiheuttamia poikkeamia turvallisuusteknisistä käyttöehdoista ja kaksi liittyi uuden laitoksen rakentamisen valmisteluihin.

### Käyttö ja käytötapahtumat

Olkiluodon molemmat laitosyksiköt toimivat luotettavasti. Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin oli 98,3 % ja Olkiluoto 2:n 94,0 %. Kuvassa 5 esitetään laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet vuosilta 1996–2005. Vuosihuoltoseisokin pituus Olkiluoto 1:llä oli 7 vuorokautta ja Olkiluoto 2:lla 22 vuorokautta. Vuosihuoltoseisokkien kulkua ja seisokeissa tehtyjä toimenpiteitä kuvataan erikseen tässä luvussa.

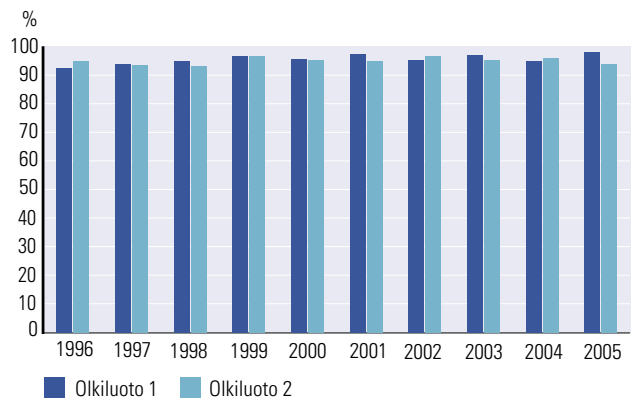
Vuosihuoltoseisokkien lisäksi Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla ei ollut tuotantokatkoksia tai merkittäviä tehonmenetyksiä laitevikojen vuoksi.

Laitteiden vikautumisista aiheutuneet tuotannon menetykset nimellistuotannosta olivat Olkiluoto 1:llä 0,02 % ja Olkiluoto 2:lla 0,05 %. Laitevioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä tarkastellaan pitemmältä ajanjaksolta liitteessä 1 (tunnusluku A.I.1g). Kuvassa 6 esitetään laitosyksiköiden keskimääräiset vuorokautiset bruttosähkötehot vuonna 2005.

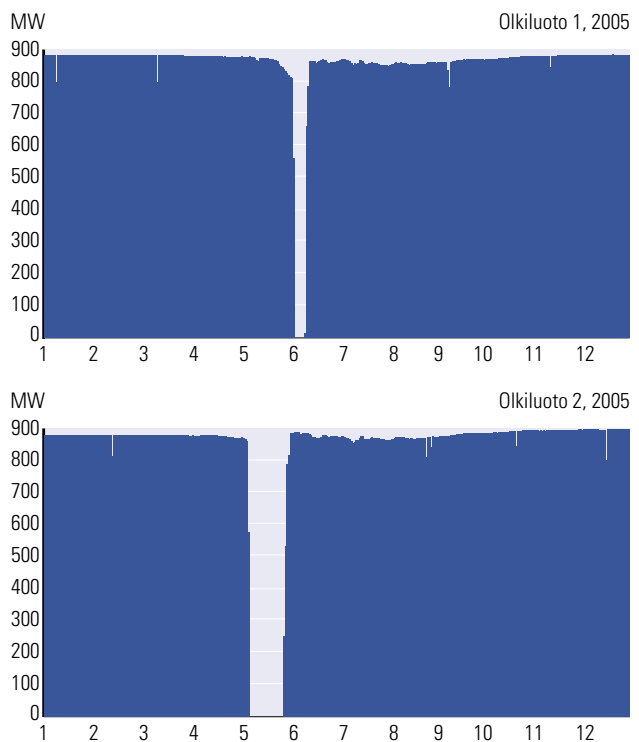
Olkiluodon laitosyksiköillä sattui kuusi erikoisraportoitavaa tapahtumaa ja kuusi STUKille raportoitua tapahtumaa (liite 1, tunnusluku A.II.1).

Olkiluodon laitoksen erikoisraportoidut tapahtumat olivat:

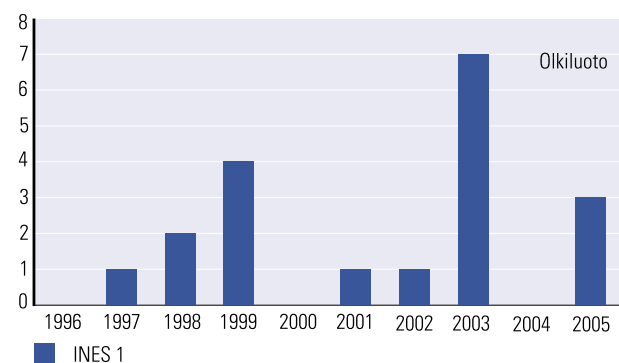
- Olkiluodon laitosyksiköiden välisten sähkönsyöttökatkaisijoiden relesuojauksen asetteluvirhe (INES 1)
- Reaktoripaineastian kannen suurimman sallitun nostokorkeuden ylitys Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla (INES 0)



Kuva 5. Olkiluodon laitosyksiköiden energiakäyttökertoimet.



Kuva 6. Olkiluodon laitosyksiköiden keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho vuonna 2005.



Kuva 7. Olkiluodon laitoksen INES-luokitellut tapahtumat (INES-luokka vähintään 1).

- Sähkökatkos Olkiluoto 2:lla vuosihuoltoseisokin aikana (INES 1)
  - Dieseltilojen hiilidioksidisammutusjärjestelmän hälytyskoestuksen jättäminen tekemättä Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla (INES 1)
  - Polttoaineen suojakuoren vuoto Olkiluoto 2:lla (INES 0)
  - Varavoiomadiesalien ilmanottoaukon sulkeminen Olkiluoto 2:lla (INES 0)
- Kuvaukset tapahtumista esitetään liitteessä 3.

Tapahtumaraporttien lisäksi Olkiluodon laitokselta toimitettiin STUKille vuorokausiraportit, neljännesvuosiraportit, vuosiraportit, seisokkiraportit, vuosittaiset ympäristön säteilyturvallisuuksiraportit, kuukausittaiset henkilökohtaisten säteilyannosten raportit, vuosittainen käyttökokeiden hyödyntämistä koskeva raportti sekä ydinmateriaalivalvonnan edellyttämät raportit.

Kuvassa 7 esitetään INES-luokkaan 1 luokiteltujen tapahtumien lukumäärät vuosina 1996–2005. Ajanjaksolla ei ole ollut INES-luokkaa 1 korkeampien luokkien tapahtumia.

### Vuosihuoltoseisokit

Olkiluoto 1:n polttoaineenvaihtoseisokki oli 5.6.–12.6.2005 ja Olkiluoto 2:n huoltoseisokki 8.5.–30.5.2004. Olkiluoto 1 oli poissa sähköntuotannosta noin 7 ja Olkiluoto 2 noin 21 vuorokautta. Olkiluoto 1:n vuosihuolto sujui lähes suunnitellun aikataulun mukaisesti, Olkiluoto 2:n vuosihuolto kesti noin kaksi vuorokautta suunniteltua kauemmin.

Olkiluoto 2:n vuosihuolto oli pitkä huoltoseisokki, jossa tehtiin polttoaineenvaihtoseisokin ohjelman lisäksi isoja huoltotoita, muutostöitä ja perusparannuksia. Merkittävimpiä töitä olivat turbiinilaitoksen modernisointi, 6,6 kV:n kytkinlaitoksen kojeistojen uusinta, reaktorin höyrynkuvaimen vaihto, painesuojakuoren välitason tiivisteen peruskorjaus ja päähöyryputkien kannakoinnin uusiminen.

Olkiluoto 2:n tahdistuksen jälkeen alkoivat turbiinilaitoksen modernisointityötä seuranneet koekäytöt, joihin sisältyi sekä järjestelmäettä laitoskohtaisia kokeita. Ydinturvallisuuden kannalta merkittävin koe oli kuormanpudotuskoe, joka tehtiin koekäyttäjien päätteeksi. Kuormanpudotuskokeen jälkeen laitosyksiköllä aloitettiin pitkäaikaiskoe, jolla varmistettiin lai-

tosyksikön toiminta tehtyjen muutosten jälkeen. Alustavien mittausten mukaan Olkiluoto 2:n teho nousi turbiinilaitoksen modernisointitöiden myötä noin 18 MW.

Reaktorin polttoaineenvaihdon lisäksi voimayhtiö teki vuosihuolloissa laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin kohdistuneita kunnossapitotöitä sekä tarkastuksia. Vuosihuolloissa tehtyjä tarkastustöitä selvitetään jäljempänä kohdassa ”Huolto- ja korjaustyöt”. Vuosihuollossa tehtyjä, laitosyksikön turvallisuutta parantavia muutostöitä selvitetään liitteessä 2.

Vuosihuollon aikana sattui kaksi erikoisraportoitavaa tapahtumaa ja lisäksi vuosihuollossa havaittiin käyttöjaksolla vuotavaksi todetun polttoainenipun vaurioituneen niin pahoin, että siitä laadittiin erikoisraportti. Toinen erikoisraportoitu tapahtuma liittyi kytkinlaitoksen modernisointitöihin ja niissä todettuihin puutteisiin työsuunnittelussa. Ongelmien vuoksi voimayhtiö keskeytti työt joksikin aikaa varmistaakseen töiden turvallisen ja oikean suorittamisen.

Kolmas erikoisraportti käsittelee tapahtumaa, jossa muutostöiden yhteydessä havaittiin laitosyksiköiden väliseen sähkönsyöttöön liittyvässä järjestelmässä yhden syöttökatkaisijan relesuojauksen asetteluvirhe. Tarkastuksissa todettiin asetteluvirhe kaikissa vastaavissa syöttökatkaisijoissa, joten kyseessä oli yhteisvika. Asetteluvirhe olisi saattanut heikentää sähkönsyötön mahdollisuutta laitosyksiköltä toiselle onnettomuustilanteessa.

Teollisuuden Voima Oy haki STUKilta kaksi poikkeuslupaa käyttöehtojen vaatimuksista vuosihuollon aikaisten töiden järjestämiseksi. Voimayhtiö totesi viime hetkellä ennen Olkiluoto 2:n kytkinlaitoksen modernisointitöiden aloittamista, että osa tarvittavista töistä oli jäänyt huomioimatta suunnitelmissa. Myönnetyllä poikkeusluvalla voimayhtiö pystyi jatkamaan modernisointia pääaikataulun mukaisesti. Toinen poikkeama liittyi Olkiluoto 1:n reaktorin kannen nostamiseen yli käyttöehdoissa sallitun rajan. Vuosihuoltojen välissä voimayhtiö oli todennut, että käyttöehtoja on rikottu usean vuoden ajan ylittämällä reaktorin kannen suurin sallittu nostokorkeus. Nostaminen yli sallitun rajan johtui siitä, että polttoainealtaassa säilytettiin käytöstä poistettua höyrynerotinta, jonka yli kansi oli pakko nostaa. Ylityksellä ei ollut merkitystä turvallisuudelle. Merkittävää tapahtumassa oli se, että voima-

yhtiö ei tunnistanut käyttöehtojen vaatimusta eikä sitä ollut viety asianmukaisesti ohjeistoon ja henkilöstön tietoon. Vastaavia tiedonhallintaongelmia on Olkiluodon voimalaitoksella ollut aiemminkin. Tapahtumasta laadittiin erikoisraportti. Tarve salitun nostokorkeuden ylittämiseen poistuu vuoden 2006 aikana, kun vanha höyrykuivain poistetaan altaasta. Myönnetyt poikkeamat eivät vaarantaneet laitoksen turvallisuutta.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vuosihuoltoseisokeissa STUKin valvonta kohdistui mm. seisokin aikaisten töiden hallinnollisiin järjestelyihin, käyttö- ja kunnossapitohenkilökunnan toimintaan, ydinpolttoaineen vaihtoon, luvanhaltijan ja alihankkijoiden tekemiin tarkastuksiin ja testauksiin. Erityisesti valvottiin Olkiluoto 2:n turbiinilaitoksen ja kytkinlaitoksen modernisoinnin jälkeisiä koekäyttöjä, joista merkittävin oli generaattorin kuormanpudotuskoe. Kuormanpudotuskoe tehtiin STUKissa hyväksytyn koeohjelman mukaan. Laitos siirtyi hallitusti omakäytölle ja laitos tahdistettiin uudelleen valtakunnanverkkoon. Hyväksytyjen tulosten perusteella STUK antoi Teollisuuden Voima Oy:lle luvan pitkäaikaiskokeen aloittamiseen.

STUKin valvonnassa kiinnitettiin huomiota myös säteilysuojelun toteutukseen, valvomotyöskentelyyn ja yleiseen järjestykseen. Ennen polttoaineen uuden käyttöjakson alkua tarkastettiin uutta polttoainelatausta varten tehdyt turvallisuusanalyysit. Lisäksi tarkastettiin, että polttoaineniput ladattiin reaktoriin suunnitelman mukaisesti. Ydinmateriaalien varastomääritys tarkastettiin ennen reaktoripainesäiliön kannen sulkemista. STUK valvoi myös laitosyksiköiden pysäytystä seisokitilaan ja käynnistystä seisokin jälkeen.

Vuosihuoltoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 0,360 manSv ja Olkiluoto 2:lla 1,74 manSv. Työntekijöiden säteilyannoksia tarkastellaan yksityiskohtaisemmin jäljempänä kohdassa ”Säteilyturvallisuus” ja liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

Olkiluodon laitosyksiköiden vuosihuoltoseisokkien laitospaikalla tapahtuneeseen valvontaan käytettiin normaalina työaikana 138 työpäivää. Lisäksi laitospaikalla työskenteli kaksi paikallistarkastajaa. Normaalin työajan ulkopuolella vuosihuoltojen valvonnassa tehtiin yhteensä 126 tarkastuspäivää.

## Huolto- ja korjaustyöt

Olkiluoto 1:llä oli lyhyt polttoaineenvaihtoseisokki eikä merkittäviä mekaanisiin laitteisiin liittyviä töitä tehty. Tärkeimmät työt olivat vuonna 2004 asennettujen syöttövesijakajien tarkastukset sekä sisempien päähöyryventtiilien ja kahden pääkiertopumpun huollot ja tarkastukset.

Olkiluoto 2:n pitkässä vuosihuollossa toteutettiin välitulistimien sekä korkeapaineturbiinin uusinta. Lisäksi vaihdettiin reaktoripainesäiliössä höyrykuivain. Vuonna 2004 säröjen johdosta poistetut syöttövesijakajat asennettiin takaisin niihin tehtyjen kannatinholkkien tukipalojen korjausten jälkeen. Vuosihuoltoseisokissa tehtyjä muutostöitä on kuvattu liitteessä 2. Päähöyryventtiileille ja pääkiertopumpuille tehtiin huoltoja ja tarkastuksia. Lisäksi tehtiin säätösauvakoneistojen huoltotöitä.

Molemmilla laitosyksiköillä tehtiin reaktoripainesäiliölle ja putkistoille ohjeen YVL 3.8 mukaiset luvanhaltijan tehtäviin kuuluvat määräaikaistarkastukset. STUKin valvontaan sisältyi tarkastusohjelmien hyväksyminen ennen tarkastusten aloittamista sekä tarkastusten valvonta ja tulosten läpikäynti laitoksella. Lopulliset tulokset raportit hyväksytetään STUKilla vuosihuollon jälkeen. Luvanhaltijan tekemien sekundäripiirin putkistojen ns. kunnonvalvontatarkastusten tulokset STUK tarkasti laitospaikalla.

STUK teki 19 turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvien painelaitteiden määräaikaistarkastusta Olkiluoto 2:lla. Rakennetarkastuksia ja laitoksella toteutettujen korjaus- ja muutostöiden tarkastuksia STUK teki yhteensä 214. Olkiluoto 2:lla tehtiin 12 uudelle painelaitteelle käyttöönottotarkastus, jolla laite lopullisesti hyväksytään käyttöön otettavaksi. Painelaitteen käyttöönottotarkastuksessa todetaan painelaitteen rakenteen, asennuksen ja sijoittelun hyväksyttävyys ja tehdään turvallisuuteen vaikuttavien varusteiden toimintakokeet. Lisäksi tehtiin 4 sähkö- ja automaatioteknistä tarkastusta.

## Laitoksen ikääntyminen hallinta

Ikääntymisen hallinnan tehtäviä hoitaa Olkiluodon laitoksella 1990-luvun alussa perustettu elinikätyöryhmä. Ryhmä on tunnistanut ennakoivasti niitä laitoksen osia, jotka mahdollisesti rajoittavat laitoksen käyttöikää tai jotka edellyttävät erilaisten vanhenemisilmiöiden takia suurehkojen

osakokonaisuuksien vaihtoa, peruskorjausta tai erityistä kunnonvalvontaa. Ennusteiden perusteella voimayhtiö on voinut suunnitella tarvittavia toimenpiteitä noin 10 vuoden tähtäyksellä. Laitevastuujärjestelmään ja laitepaikkakohtaiseen kunnossapitosuunnitteluun siirtymisen myötä myös laitoksen käyttö- ja kunnossapito-organisaatiot osallistuvat merkittävästi ikääntymisen hallinnan tehtäviin.

STUK arvioi Olkiluodon laitosyksiköiden ikääntymisen hallintaohjelmaa vuonna 2005 tehdyssä käyttötoiminnan tarkastuksessa. Ohjelmaa arvioitiin ikääntymisen hallinnasta julkaistujen kansainvälisten ohjeiden (IAEA, WENRA, IEC) perusteella. Teknisenä erityiskohteena oli sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja -laitteiden vanhenemisen seuranta.

STUK totesi arvioinnissaan, että voimayhtiön ikääntymisen hallinta koostuu erillisistä toimin-  
tarutiineista eikä siihen liittyvää vastuunjakoa toimintayksiköiden välillä ja ikääntymisilmiöiden tunnistamis- ja hallintakeinoja ole kuvattu ohjelmallisena kokonaisuutena laitosasiakirjoissa. Konkreettisimpana tavoitteena voimayhtiön ikääntymisen hallinnassa on ollut laitosten modernisointiohjelmien suunnittelu, joka on toteutunut hyvin.

STUK arvioi Olkiluodon laitoksen käyttöiän hallintaohjelmaa myös tarkastamalla laitteiden vanhenemisesta laadittavia vuosiraportteja. Voimayhtiön STUKille toimittamassa vanhenemisen seurantaohjelman vuosiraportissa on kuvattu oleelliset edellisen vuoden vanhenemisilmiöt ja niiden johdosta tehdyt toimenpiteet. Koneteknisten laitteiden, erityisesti painelaitteiden ikääntymistä STUK valvoo myös useiden lainsäädäntöön ja viranomais määräyksiin perustuvien tarkastusmenettelyjen, kuten ohjeen YVL 3.8 mukaisten määräaikaistarkastusten yhteydessä.

Käytön tarkastusohjelmassa olevan laitoksen ikääntymisen hallintaan liittyvän tarkastuksen lisäksi STUK valvoi sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja -laitteiden käyttöiän hallintaa tarkastamalla voimayhtiön vanhenemisen seurannan raportointia ja muutostöihin liittyviä asiakirjoja. Erityisesti releiden tietyn kampamateriaalin vanhenemisen ja sinkkipinnoitteen kuitukideilmiön esiintymisen vuoksi aiemmin tehtyä laitevaihtoa jatkettiin vuoden 2005 vuosihuoltojen yhteydessä. Teollisuuden Voima Oy on osallistunut kansallisen

SAFIR-tutkimusohjelman WHISKE-tutkimukseen, jossa on saatu merkittävää uutta tietoa kuitukideilmiön esiintymisestä ja luonteesta.

Vuoden 2005 merkittävänä modernisointihankkeena oli Olkiluoto 2:n korkeapaineturbiini- ja välitulistinjärjestelmät sekä turbiinilaitoksen prosessiautomaatio ja sen ohjauspyötyä laitosyksikön valvomossa. Lisäksi laitosyksiköllä uusittiin 6,6 kV sähkökojeistot. Vuosihuollossa tehtyjä muutostöitä on kuvattu liitteessä 2. Vastaavat toimenpiteet tehdään Olkiluoto 1:llä vuonna 2006.

Olkiluodon laitosten käyttöluvan ehtona on, että luvanhaltija tekee turvallisuuden väliarvioinnin vuoden 2008 loppuun mennessä. Ikääntymisen hallinta on turvallisuusarvioinnin keskeinen teema. STUK tarkastelee ikääntymisen hallintaohjelmaa ja tehtyjen havaintojen tilannetta laajemmin turvallisuuden väliarvioinnin hyväksyntäkäsitte-  
lyn yhteydessä.

## Säteilyturvallisuus

### *Työntekijöiden säteilyaltistus*

Kaikkien Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskennelleiden henkilöiden säteilyannokset vuonna 2005 alittivat vuosiannosrajan 50 mSv. Henkilökohtaisten säteilyannosten jakaumat vuonna 2005 esitetään taulukossa I. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella saatu suurin henkilökohtainen säteilyannos oli 11,9 mSv. Yksittäisten henkilöiden säteilyannokset eivät myöskään ylittäneet viiden vuoden ajanjaksolle määriteltyä 100 mSv annosrajaa vuosina 2001–2005.

Vuonna 2005 työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos Olkiluoto 1:llä oli 0,46 manSv ja Olkiluoto 2:lla 1,83 manSv eli molemmilla laitosyksiköillä yhteensä 2,29 manSv. Vuosihoitoseisokin aikaisista töistä aiheutunut kollektiivinen säteilyannos oli Olkiluoto 1:llä 0,36 manSv ja Olkiluoto 2:lla 1,74 manSv. Olkiluoto 2:lla oli henkilö- ja työmäärältään poikkeuksellisen laaja vuosihoitoseisokki. STUKin ohjeen mukainen kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvo Olkiluodon yhdelle laitosyksikölle on kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona 2,10 manSv. Raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan laitosyksiköllä. Olkiluodon laitoksella työntekijöiden kokonaisannos oli normaalia korkeampi ja se ylitti OECD-maiden kiehumisvesireaktoreiden keskitason. Kollektiiviset säteilyannokset viime vuosilta esitetään liitteessä 1 (tunnusluku A.I.4).

### Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöt Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöön olivat vuonna 2005 huomattavasti alle asetettujen päästörajojen. Radioaktiivisten jalokaasujen päästöt ilmaan olivat noin 0,2 TBq, mikä on noin sadastuhannesosa asetetusta rajasta. Jodipäästöt ilmaan olivat noin 69 MBq, mikä on noin 0,06 % asetetusta rajasta. Hiukkasmaisten aineiden päästö ilmaan oli noin 38 MBq, tritiumpäästö ilmaan noin 0,3 TBq ja hiili 14 päästö ilmaan noin 0,7 TBq.

Mereen päästettyjen vesien tritiumsisältö 2 TBq on noin 11 % vuosipäästörajasta. Muiden mereen päästettyjen nuklidien yhteenlaskettu aktiivisuus oli 0,7 GBq, mikä on noin 0,2 % laitospaikkakohdaisesta päästörajasta.

Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli noin 0,06 mikroSv eli alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä asetetusta rajasta (100 mikroSv). Liitteessä 1 (tunnusluku A.I.5) esitetään radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön altistuneimman henkilön laskennalliset säteilyannokset viime vuosilta.

### Ympäristön säteilyvalvonta

Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta käsittää ne laitosalueen ja sen ympäristön säteilymittaukset sekä radioaktiivisten aineiden määrittäykset, jotka tehdään väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden selvittämiseksi.

Valvontaohjelman mukaisesti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöstä analysoitiin 298 näytettä. Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita havaittiin 12 vesikasvinäytteessä, 11 sedimentoituvan aineksen näytteessä, kahdessa ilmanäytteessä, kahdessa pohjaeläinnäytteessä ja kahdessa merivesinäytteessä. Yleisin voimalaitosperäinen radioaktiivinen aine oli koboltti 60, jota havaittiin 27 näytteessä. Koboltti lisäksi havaittiin mangaani 54 (4 havaintoa), tritium (2 havaintoa) ja koboltti 58 (1 havainto). Yhden maitonäytteen cesium 137-pitoisuus oli normaalia korkeampi. Tämä aiheutui todennäköisesti Tshernobylin onnettomuudesta peräisin olevasta laskeumasta.

Kaikkien edellä mainittujen radioaktiivisten aineiden havaitut pitoisuudet olivat pieniä eikä niillä ollut merkitystä säteilyaltistuksen kannalta.

Ulkoisen säteilyn mittaamiseksi on ydinvoima-

laitosten ympäristöön sijoitettu 10 jatkuvatoimista säteilyannosnopeuden mittausasemaa noin 5 km etäisyydelle laitoksista. Asemien mittaustiedot siirretään sekä voimalaitosten valvomoon että valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon. Lisäksi ympäristössä on 11 annosmittaria.

### 3.2.5 Organisaatioiden toiminnan valvonta

#### Turvallisuusjohtaminen

Olkiluodon ydinvoimalaitokselta asiakirjatarkastusten ja muun tarkastustoiminnan yhteydessä kertynyttä tietoa tarkasteltiin STUKissa vuoden mittaan siltä kannalta, miten laitoksen turvallisuudesta huolehditaan.

Syksyllä 2003 Olkiluodon laitoksella aloitettiin useita toimia organisaation toiminnan parantamiseksi. Luvanhaltija perusti mm. erillisen työryhmän kehittämään toimintaansa, palkkasi lisää henkilökuntaa käyttökokemustoimintaa koskeviin tehtäviin ja tilasi selvityksiä sekä koulutusta ulkopuolisilta konsulteilta. Lisäksi luvanhaltija teki itsearviointina turvallisuuskulttuuria koskevan arvioinnin IAEA:n ohjeiden pohjalta. Itsearvioinnin tuloksena Olkiluodon laitoksella aloitettiin syksyllä 2005 kehitysohjelmat, joiden teemoina ovat ”nollatoleranssi” ja ”oppiva organisaatio”. Itsearviointia ja sen tuloksia esiteltiin STUKille syksyllä 2005.

Vuoden 2005 aikana on tullut esille vastaavia asioita ja puutteita kuin vuonna 2003 ennen kehitysohjelman aloitusta. Tapahtumien taustalla on havaittavissa yhteisiä tekijöitä, joita voimayhtiö ei ole kyennyt poistamaan. STUK on sopinut Teollisuuden Voima Oy:n kanssa vuoden 2006 alussa pidettävästä kokouksesta, jossa käsitellään voimayhtiön menettelytavat havaintojen tekemiseen ja resurssit sekä kyky ongelmien poistamiseen.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Uuden laitossyksikön rakentaminen on lisännyt Teollisuuden Voima Oy:n henkilömäärää huomattavasti sekä henkilöiden tehtävien kiertoa. Teollisuuden Voima Oy:n organisaatiolla on riittävät resurssit ja pätevyydet laitossyksiköiden turvalliseen käyttöön.

#### Laadunhallintajärjestelmä

Teollisuuden Voima Oy on ylläpitänyt ja parantanut Olkiluodon laitoksen laadunhallintajärjes-



telmää järjestelmällisesti omien suunnitelmiensa mukaisesti. Luvanhaltija on arvioinut säännöllisesti laadunhallintajärjestelmänsä toimivuutta sisäisen seurantatarkastusohjelman ja erillisen riippumattoman tarkastusmenettelyn avulla.

STUK valvoi laadunhallintajärjestelmää ja sen toimivuutta asiakirjatarkastuksin ja käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Tarkastuksissa on todettu luvanhaltijan laadunhallintajärjestelmä hyväksyttäväksi. Teollisuuden Voima Oy:n toiminnan on todettu olevan laitoksen oman laadunhallintajärjestelmän mukaista. Tarkastuksissa annettiin huomautuksia, jotka koskivat lähinnä järjestelmän edelleen kehittämistä ja yksityiskohtien tarkentamista. Laadunvarmistustoiminnan tarkastuksessa annettiin Teollisuuden Voima Oy:n käyttämien toimittajien arviointia koskeva huomautus, jossa edellytettiin voimayhtiötä huomiomaan myös IAEA:n standardissa esitetyt vaatimukset toimittajien laadunhallintajärjestelmissä.

### **Henkilökunnan pätevyys ja koulutus**

Teollisuuden Voima Oy on jatkanut henkilöstön rekrytointia lähinnä uuden ydinvoimalaitoksen tarpeisiin. Nykyisten laitossyksiköiden käyttötehtävistä on myös siirtynyt kokenutta henkilökuntaa uuden laitossyksikön tehtäviin ja käyttötehtäviin on palkattu uusia henkilöitä. Useita Teollisuuden Voima Oy:n palveluksessa hiljattain aloittaneita henkilöitä osallistui Suomessa järjestettyyn viisi-viikkoiseen ydinalan peruskoulutusohjelmaan.

STUK valvoi Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytettävissä olevan organisaation tarkoituksenmukaisuutta ja riittävyyttä sekä henkilökunnan koulutusta käytön tarkastusohjelman tarkastusten puitteissa. Erillisessä koulutustarkastuksessa arvioitiin koulutustoiminnan ohjeistusta, resursseja ja ulkopuolisen koulutusresurssien käyttöä, käyttövuorojen koulutusta, valvomomuutosten koulutusta simulaattorilla ja asiantuntemuksen kehittämistä automaatiotekniikan alueella.

Luvanhaltijan hakemuksesta hyväksyttiin sen palveluksessa olevia henkilöitä toimimaan ydinvoimalaitoksella vuoropäällikön tai ohjaajan tehtävissä. Hyväksymisiä annettiin yhteensä 32:lle Olkiluodon laitoksen henkilölle. Hyväksymiset koskivat pääasiassa henkilöiden hyväksymisiä uudelle kolmivuotiskaudelle.

### **Käyttökokemustoiminta**

STUK valvoi käyttökokemustoimintaa tarkastamalla luvanhaltijan toimittamat tapahtumaraportit ja vuosittaisen selvityksen käyttökokemustoiminnastaan. Olkiluodon laitoksella on järjestelmälliset ja ohjeistetut menettelyt tapahtumien selvittämiseksi, arvioimiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tekemiseksi.

Luvanhaltijan käyttökokemustoiminta muodostui omien ja muiden laitosten tapahtumien käsittelystä. Myös ulkomaisten laitosten tapahtumat käsiteltiin erityisessä käyttökokemusryhmässä. Käyttökokemustoiminnan tavoitteena on estää laitosturvallisuutta vaarantavien tapahtumien toistuminen. Vuonna 2005 käyttökokemusten perusteella laitossyksiköillä tehty kehitystoimenpiteet olivat pieniä, lähinnä toimintatapojen ja ohjeiston tarkennuksia sekä laitteiden tarkastuksia ja lisäanalyysyjä. Käyttökokemuksista saatua tietoa jaettiin henkilökunnalle raporttien ja koulutuksen muodossa.

Olkiluodon laitoksella jatkuivat kehitystoimet, jotka oli aloitettu vuoden 2003 tavanomaista useampien turvallisuusteknistä käyttöehdoista poikkeavien laitostilanteiden johdosta. Tapahtumien taustalla oli yhteisiä tekijöitä kuten puutteita ohjeiden noudattamisessa, määräaikauskokeiden hallinnoinnissa, laitostilan seuraamisessa ja turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimusten tunnistamisessa. Tapahtumat käytiin perusteellisesti läpi laitoksella. Lisäksi Teollisuuden Voima Oy teetti tapahtumia koskevan selvityksen ulkopuolisella asiantuntijalla. Selvityksen johtopäätökset käsiteltiin luvanhaltijan eri organisaatioyksiköissä sekä STUKin ja luvanhaltijan välisessä seminaarissa. Edellä turvallisuusjohtamisen yhteydessä on käsitelty käyttökokemustoiminnan vaikuttavuuteen liittyviä havaintoja.

Lisäksi STUKissa arvioitiin ulkomaisista tapahtumista saatujen opetusten soveltuvuutta huomiotavaksi Suomen laitoksilla. Tiedot tapahtumista saatiin IAEA:n ja OECD:n IRS-järjestelmän (Incident Reporting System) välityksellä.

### **Tapahtumien tutkinta**

STUK ei käynnistänyt vuonna 2005 tapahtumien tutkintoja. Tapahtuman tutkintaryhmä perustetaan silloin, kun voimayhtiön oma organisaatio ei

ole toiminut tapahtuman yhteydessä suunnitellulla tavalla tai kun tapahtuman arvioidaan johtavan merkittäviin muutoksiin laitoksen teknisessä rakenteessa tai laitosta koskevassa ohjeistossa. STUKin tutkintaryhmä perustetaan myös, mikäli voimayhtiö ei ole itse selvittänyt tapahtuman perussyitä riittävällä tavalla.

### **Painelaitteiden valmistajat ja tarkastus- ja testauslaitokset**

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta kahdeksan ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa.

Lisäksi STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti kuusi testauslaitosta tekemään Olkiluodon laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden valmistukseen liittyvää rikkomatonta aineenkoetusta. Olkiluodon laitosyksiköiden mekaanisten laitteiden ja rakenteiden määräaikaistestauksia hyväksyttiin tekemään viiden eri testauslaitoksen palveluksessa olevia testajia. Aikaisemmat valmistajat ja testauslaitoksia koskevat päätökset ovat voimassa, kuten päätöksissä on mainittu.

Vuonna 2002 hyväksytty Olkiluodon laitoksen tarkastusyksikkö ”Teollisuuden Voima Oy:n tarkastuslaitos” jatkoi toimintaansa. Lisäksi STUK hyväksyi kaksi muuta tarkastuslaitosta suorittamaan Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n turvallisuusluokkiin 3 ja 4 kuuluvien mekaanisten laitteiden ja rakenteiden suunnittelun ja valmistuksen vaatimustenmukaisuuden arviointiin ja hyväksymiseen liittyviä tehtäviä.

STUK valvoi molemmilla laitosyksiköillä tarkastuslaitosten tekemiä tarkastuksia turvallisuusluokkien 3 ja 4 sekä luokan EYT painelaitteille. STUK valvoi myös voimayhtiön oman tarkastuslaitoksen mekaanisten laitteiden tarkastustoimintaa turvallisuusluokissa 3 ja 4 sekä luokassa EYT. Turvallisuusluokitus perustuu STUKin ohjeeseen YVL 2.1, jonka mukaan laitteet ryhmitellään turvallisuusluokkiin 1, 2, 3 ja 4 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti luokiteltu). Kohteet joiden merkitys turvallisuudelle on suurin, kuuluvat turvallisuusluokkaan 1.

STUK valvoi hyväksymiensä valmistajien sekä testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

STUK valvoi myös hyväksymänsä tarkastuslaitoksen ”Teollisuuden Voima Oy, Tarkastus,

Sähkö- ja automaatiotarkastukset” toimintaa ja sen tarkastajien tekemiä sähkötekniisiä käyttöön-ottotarkastuksia. Toiminta todettiin ohjeen YVL 5.2 mukaiseksi.

### **Ydinvastuu**

Ydinenergiaa käyttävällä tulee olla ydinvastuulain (484/1972) edellyttämä vakuutus tai muu taloudellinen takuujärjestely sen varalta, että ydinlaitoksessa tapahtuva onnettomuus aiheuttaisi vahinkoa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle. Teollisuuden Voima Oy on varautunut ydinvahingosta aiheutuviin vahinkoihin lain tarkoittamalla tavalla ottamalla tämän varalta vakuutuksen pääosin Suomen Atomivakuutuspoolilta.

Onnettomuustilanteessa käytettävissä olevat korvausvarat muodostuvat kolmesta eri lähteestä: luvanhaltijan, laitoksen sijaintivaltion ja kansainvälisen ns. korvausyhteisön varoista. Vuonna 2005 kaikista näistä lähteistä yhteensä oli käytettävissä vahingon varalta noin 425 000 000 euroa. Tähän summaan on tulossa lähivuosina korotus, sillä vuonna 2004 saatettiin päätökseen kansainväliset neuvottelut ns. Pariisin ja Brysselin ydinvastuuta koskevien sopimusten uudistamisesta. Korvauksiin käytettävissä olevat varat tulevat lähivuosina nousemaan yli kolminkertaisiksi nykytilanteeseen verrattuna. Suomessa on lisäksi päätetty säätää lailla luvanhaltijan vastuu rajoittamattomaksi. Lakimuutos ei ole vielä voimassa, vaan odottaa em. kansainvälisten sopimusten voimaantumista.

Luvanhaltijan vakuutuksen sisällön ja ehtojen tarkastaminen kuuluu Suomessa Vakuutusvalvontavirastolle. Vakuutusvalvontavirasto on hyväksynyt Teollisuuden Voima Oy:n vakuutuksen. STUK on todentanut vakuutuksen voimassaolon ydinenergialain (990/1987) 55 §:n mukaisesti.

Myös ydinaineiden kuljetukset kuuluvat ydinvastuulain piiriin. STUK on valvonut, että kaikilla ydinaineiden kuljetuksilla on ollut Vakuutusvalvontaviraston hyväksymät tai lähettäjään viranomaisen hyväksymät Pariisin yleissopimuksen mukaiset vastuuvakuutukset.

### **3.2.6 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut**

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluville asetetut vaatimukset täyttyivät Olkiluodon voimalaitoksella työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten, kollektiivisten säteilyannosten,

radioaktiivisten aineiden päästöjen ja väestön säteilyaltistuksen suhteen.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna Olkiluodon laitoksen käyttökokemustoiminnassa on puutteita. STUK on kiinnittänyt huomiota Olkiluodon laitoksen käyttökokemustoiminnan tehokkuuteen ja poikkeamia on käsitelty STUKin ja voimayhtiön välisessä tilaisuudessa. TTKE-laitteiden vikojen ja kunnossapitoa kuvaavien tunnuslukujen perusteella kunnossapitotoiminta oli vuonna 2005 Olkiluodon laitoksella luotettavaa eikä merkkejä kunnossapidon laadun heikkenemisestä ollut havaittavissa. Kunnossapito oli siellä myös ennakkoivampaa kuin edellisellä vuonna. Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta kuvaavat tunnusluvut osoittivat kuitenkin heikkenemistä: suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys kasvoi merkittävästi toisella yksiköllä ja apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi nousi hieman kummallakin Olkiluodon laitoksella. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettyvyyksien kasvuun Olkiluodon laitoksilla vuonna 2005 vaikuttavat tekijät eivät toistaiseksi ole STUKin tiedossa. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettyvyyksiin vaikuttavat piilevät viat olivat vallitsevina riskimerkitykseltään keskikategoriaan luokitelluissa tapahtumissa. Nämä voivat indikoida mahdollisia puutteita kunnossapitostrategiassa tai vikojen turvallisuusmerkityksen arvioinnissa. Polttoaineen tiiveydessä ilmenee Olkiluodon laitoksilla vuosittain ongelmia, joista huolimatta säteilysuojelu on tunnusluvuilla mitattuna saavuttanut sille asetetut tavoitteet ja päästöt ovat pysyneet pieninä.

Olkiluodon laitoksen käyttötoiminnan puutteet näkyvät erikoisraportoitujen tapahtumien perussyinä. Erikoisraportoituja tapahtumia oli Olkiluodossa kuusi. Käyttöhäiriöraportoituja tapahtumia oli Olkiluodon laitoksilla myös kuusi. Olkiluodon voimalaitoksen yhteensä 12 tapahtuman välittömät syyt painottuvat omassa toiminnassa esiintyviin virheisiin. Ainoastaan yhdessä tapahtumassa syynä oli tekninen vika.

Tunnuslukujärjestelmässä tarkastellaan myös käyttötapahtumien riskimerkitystä. Tapahtumat jaetaan niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan, ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Olkiluodon voimalaitoksella ei sattunut oleellisesti turvallisuutta heikentäviä tapahtumia.

Merkittävimmät tapahtumat liittyivät molemmilla laitossyksiköillä STUKin poikkeusluvalla tehtyihin merivesijärjestelmän pumppukuoppien korjauksiin. Muut tapahtumat liittyivät suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän, apusyöttövesijärjestelmän ja hätädieselgeneraattorijärjestelmän piileviin vikoihin. Vuoden 2005 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Merkittävistä tapahtumista, kuten laitevioista, ennakkohuolloista ja käyttöehdoista poikkeamisista, aiheutuneiden epäkäytettyvyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin ylitti vuonna 2005 STUKin sille asettaman 5 % tavoitearvon Olkiluodon molemmilla laitossyksiköillä johtuen osin suunnitelluista, STUKin poikkeusluvalla tehdyistä kertaluoteisista korjaustoista sekä turvallisuusjärjestelmien ja hätädieselgeneraattorijärjestelmän piilevistä laitevioista. Tavoitetaso ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt pääsääntöisesti hyvänä. Olkiluodon laitossyksiköillä polttoainevuotoja on ollut vuosittain. Olkiluoto 2:lla oli vuosihuoltoseisokkiin 2005 asti elokuun lopulla 2004 alkanut polttoainevuoto. Tarkastuksissa vuodon aiheuttajaksi paljastui ohut metallilastu. Uusi polttoainevuoto Olkiluoto 2:lla havaittiin jälleen heinäkuun lopulla 2005. STUK edellytti vierasesinelöydöksen ja uuden polttoainevuotohavainnon jälkeen voimayhtiötä arvioimaan avoimeen reaktoriin ja primääripiirin töihin liittyvät puhdasasennusohjeet ja menettelyt.

STUKin laitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen tulokset vuodelta 2005 esitetään liitteessä 1.

### 3.2.7 Turvallisuuden kokonaisarviointi

Olkiluodon laitoksen käynnissä olevia laitossyksiköitä Olkiluoto 1 ja 2 koskevassa turvallisuuden vuotuisessa kokonaisarviossa tarkastellaan uusien YVL-ohjeiden voimaansaattamista laitoksella sekä voimalaitoksen turvallisuusanalyysien, laitostuotosten, toimintakuntoisuuden ja organisaation valvonnassa vuoden 2005 aikana tehtyjä havaintoja. Seikkaperäisemmin arvioinnin alueita käsitellään tämän raportin luvuissa 3.2.1–3.2.6 sekä tämän



raportin liitteissä. Valvonnassa ei tullut esille ydinturvallisuuteen liittyviä merkittäviä puutteita.

Ydinlaitosten ilmastointijärjestelmiä ja -laitteita, radioaktiivisten aineiden kuljetuspakkauksia, ydinaineiden ja -jätteiden kuljetuksia sekä ydinlaitoksen sähköjärjestelmiä ja -laitteita koskevien YVL-ohjeiden täytäntöönpanon yhteydessä todettiin, että uudet tekniset turvallisuusvaatimukset ja menettelytavat voidaan ottaa suunnitelluilla toimenpiteillä käyttöön. Voimayhtiön edellytettiin täydentävän radioaktiivisten ja myrkyllisten aineiden pitoisuuksien havaitsemista koskevia suunnitelmiaan ja parantavan sähköjärjestelmien ja -laitteiden laadun suunnittelun ohjeistusta.

Vuotuinen vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyys Olkiluodon laitoksella on noin  $1,7 \cdot 10^{-5}$ . Se kasvoi jonkin verran vuodesta 2004 aiemmin tunnistamattoman riskitekijän huomiioon ottamisen seurauksena. Mikäli riskitekijä olisi ollut mukana vuoden 2004 riskiarviossa, olisi onnettomuusriski pysynyt samana tai pienentynyt. Laitoksella on havaittu kovasta pakkasesta johtuva sääriski, joka vaikuttaa reaktorin pinnanmittauksen luotettavuuteen. Riskin poistamiseen on suunnitelma, joka tullaan toteuttamaan vuoden 2007 vuosihuoltoseisokissa.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttöään kannalta merkittävänä hankkeena on vuoden 2005 aikana jatkettu projektia turbiinilaitoksen uudistamiseksi, johon liittyy myös reaktoripainesäiliöissä olevien höyrynkuiivaimien uusinta. Muutokset toteutettiin Olkiluoto 2:n huoltoseisokissa ja ne toteutetaan Olkiluoto 1:llä vuosihuoltoseisokissa 2006. Turbiiniautomaation muutostyön jälkeen laitokselle tehtiin ydinturvallisuuden kannalta merkittävä kuormanpudotuskoe, jossa laitos toimi suunnitellusti. Turbiiniautomaatio toteutetaan prosessoripohjaisella tekniikalla. Toteutetun laitosmuutoksen jälkeen on ollut mahdollista saada käyttökokemuksia uudella ohjelmoidulla tekniikalla toteutetuista käyttöliittymistä valvomossa. Muita merkittäviä Olkiluoto 2:lla toteutettuja muutostöitä olivat 6,6 kV:n kytkinlaitoksen kojeistojen uusinta, painesuojakuoren välitason tiivisteen peruskorjaus ja päähöyryputkien kannakoinnin uusiminen.

Laitosyksiköiden käytössä ei ollut merkittäviä häiriötä ja se tapahtui turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti 13:a poikkeusta lukuun

ottamatta. Erikoisraportoituja tapahtumia sattui kuusi, joista kolme luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1.

Olkiluoto 1:n vuosihuoltoseisokki oli lyhyt ns. polttoaineenvaihtoseisokki ja Olkiluoto 2:n ns. pitkä huoltoseisokki. Vuosihuoltojen aikana tehdyissä huolto- ja korjaustöissä ei tullut esille merkittäviä turvallisuuteen liittyviä havaintoja.

Yhdenkään ydinvoimalaitostyöntekijän saama säteilyannos ei ylittänyt henkilökohtaisen annoksen rajaa. Olkiluodon laitoksella työntekijöiden kokonaisannos oli normaalia korkeampi ja se ylitti OECD-maiden kiehutusvesireaktoreiden keskitason johtuen Olkiluoto 2:lla tehdystä turbiinilaitoksen modernisointityöstä. Radioaktiivisten aineiden päästöt olivat myös pienet, ja niiden perusteella laskettu säteilyannos Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön eniten altistuneelle asukkaalle oli selvästi alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Olkiluodon laitoksella vuonna 2004 toteutetun organisaatiouudistuksen seurauksena laitoksen ikääntymisenhallinnan kannalta merkittävä tehtävä, eliniän seuranta, on uudella voimalaitostekniikan osastolla. Mekaanisten laitteiden, sähkö- ja automaatiojärjestelmien ja rakenteiden ikääntymisen hallintaan liittyvissä tarkastuksissa edellytettiin ikääntymisenhallintamenettelyjä kehitettävän edelleen. Merkittävänä automaation ikääntymiseen liittyvänä asiana on ollut reaktorisuojausjärjestelmän releiden sinkkipinnoitteissa esiintynyt kuitukiteiden kasvuilmiö, minkä johdosta relevaihtoja jatkettiin. Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt hyvänä, joskin polttoaineen tiiveydessä on ilmennyt lähes vuosittain ongelmia.

Laitoksen käyttöorganisaatiossa tai menettelytavoissa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia. Itsearviointin tuloksena ”nollatoleranssi” ja ”oppi-va organisaatio” teemoilla syksyllä 2005 aloitetut kehitysohjelmat vaikuttavat vasta tulevana vuosi- na. Vuoden 2005 aikana on tullut esille vastaavia asioita tai puutteita kuin vuonna 2003 ennen organisaation toiminnan kehitysohjelman aloitusta. Tapahtumien taustalla on havaittavissa yhteisiä tekijöitä, joita voimayhtiö ei ole kyennyt poistamaan. Asian korjaaminen vaatii edelleen erityistä huomiota.

Uuden laitossyksikön rakentaminen on lisännyt Teollisuuden Voima Oy:n henkilömäärää huomattavasti sekä henkilöiden tehtävien kiertoa. Teollisuuden Voima Oy:n organisaatiolla on riittävät resurssit ja pätevyudet laitossyksiköiden turvalliseen käyttöön.

STUKin toteuttamassa Olkiluodon voimalaitoksen käytön tarkastusohjelmassa ei tullut esille merkittäviä turvallisuuspuutteita.

STUK ei aloittanut vuoden 2004 aikana yhtään laitoksen toimintaa koskevaa tutkintaa.

### 3.3 Olkiluoto 3

Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitossyksikkö perustuu ranskalais-saksalaiseen painevesireaktorikonseptiin EPR (European Pressurised water Reactor, eurooppalainen painevesireaktori). Reaktorin, jonka lämpöteho on 4300 MW ja laitossyksikön nettosähköteho noin 1600 MW, esikuvina ovat olleet saksalainen Konvoi ja ranskalainen N4, joiden nettosähkötehot ovat suuruusluokkaa 1300–1450 MW. Verrattuna esikuviinsa EPR-laitoskonseptin turvallisuutta on parannettu Olkiluoto 3:lla soveltamalla syvyysuuntaista puolustusta entistä järjestelmällisemmin. Merkittävimpiä turvallisuusparannuksia ovat mm. varautuminen erityisesti suojarakennuksen suunnittelussa vakavan reaktorionnettomuuden mahdollisuuteen sekä suuren lentokoneen törmäykseen. Huolellinen moninkertaisuus-, erottelu- ja erilaisuusperiaatteen soveltaminen turvallisuusjärjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa varmistavat tärkeimpien turvallisuustoimintojen toteutumisen hyvällä varmuudella. Häätäjäähdytyksen jälleenkiertoa on yksinkertaistettu ja sen siivilät mitoitetaan kestämaan pahin arvioitu kuormitus. Siivilät varmistetaan puhdistushuhtelulla pitkän ajan toiminnan varmistamiseksi. Turvallisuusanalyysien tuloksena voidaan todeta, että alustavassa turvallisuusselosteessa (PSAR) esitetyn palaneimman polttoainepun poistopalaman ylärajan 50 MWd/kgU asemesta on käytettävä ylärajaa 45 MWd/kgU, ellei kokeellisesti osoiteta, että tavoiteltu arvo täyttää kaikki turvallisuusvaatimukset.

#### 3.3.1 Rakentamislupa

STUK toimitti lausunnon Olkiluoto 3:n rakentamislupahakemuksesta ja siihen liittyvän turvallisuusarvion kauppa- ja teollisuusministeriölle

21.1.2005. STUKin turvallisuusarvion tulos oli, että uusi ydinvoimalaitos voidaan rakentaa sellaiseksi, että sen käytöstä ei aiheudu työntekijöille tai väestölle terveyttä vaarantavia säteilyhaittoja eikä vahinkoa ympäristölle tai omaisuudelle.

STUK edellytti lausunnossaan, että laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun jatkuessa rakentamisen aikana, on STUKin tarkastusten ja valvonnan jatkuminen taattava ja siihen on varattava riittävästi aikaa. STUK huomautti, että laitoksen jätehuoltoa varten tarvitaan nykyistä seikkaperäisemmät suunnitelmat ja että Teollisuuden Voima Oy:n on pystyttävä varmistamaan henkilökuntansa riittävä asiantuntemus. Lisäksi STUK totesi ydinenergian käytön pitkällä aikavälillä yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi vain, mikäli suomalainen yhteiskunta sitoutuu ylläpitämään turvallisuuden kannalta tärkeitä yhteiskunnallisia toimintoja.

Ennen lausunnon antamista STUK pyysi turvallisuusarvioonsa ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunnon. Lisäksi STUK pyysi sisäasiainministeriöltä lausunnot uuden laitoksen alustaviin turvajärjestely- ja valmiussuunnitelmiin.

#### 3.3.2 Säännösten täytäntöönpano

STUK on ottanut käyttöön menettelyn, joka koskee uusien tai uusittujen YVL-ohjeiden soveltamista käynnissä oleviin ydinlaitoksiin. Menettelyn mukaan YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta STUKin ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia STUK antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun STUK harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.

Vuoden 2005 aikana ei annettu Olkiluoto 3:a koskevia täytäntöönpanopäätöksiä.

### 3.3.3 Turvallisuusanalyysien arviointi

#### Turvallisuusanalyysit

STUK tarkasti rakennuslupavaiheessa alustavan turvallisuusselosteen yhteydessä toimitetut Olkiluoto 3:n turvallisuusanalyysit, joiden avulla arvioitiin turvallisuusmääräysten täyttyminen laitoksen suunnittelussa. Turvallisuusanalyysit sisältävät häiriö- ja onnettomuusanalyysit sekä vakavat onnettomuudet.

Tarkastuksessa varmistuttiin, että turvallisuusanalyysissa on tarkasteltu kaikki oleelliset alkutapahtumat ja ne on oikein luokiteltu, laskentamallit sisältävät riittävät fysikaaliset mallit ja ne on asianmukaisesti kelpuutettu ja että laskuissa on käytetty oikeita alkuarvoja. Osana tarkastusta STUK teetti Valtion Teknisessä Tutkimuskeskuksessa ja saksalaisella ISaR:lla (Institute for Safety and Reliability GmbH) vertailuanalyysia tärkeimpien häiriö- ja onnettomuustilanteiden riippumatonta arviointia varten. Vertailuanalyysiksi valittiin voimayhtiön toimittamien analyysien perusteella laitoksen suunnitteluun merkittävimmin vaikuttaneet alkutapahtumat; erikokoiset primääripiirin vuodot, höyrystimen vaurioitumisen seurauksena tapahtuva primääri-sekundääri-vuoto, höyryputken katko, eräitä primääripiirin booripitoisuuden laimenemiseen, pääkiertopumppujen pysähtymiseen ja säätösauvojen virheelliseen toimintaan liittyviä häiriöitä.

Vakavien onnettomuuksien osalta arvioitiin vakavien onnettomuuksien hallintastrategian toimivuutta. Tarkastuksessa varmistuttiin, että strategiaan liittyvät järjestelmien ja rakenteiden toimivuus vakaviin onnettomuuksiin liittyvissä olosuhteissa on riittävästi kokeellisesti osoitettu. Tähän liittyen STUK teetti sydänsulan jäähdytettävyyteen liittyviä kokeita Lappeenrannan Teknisessä Yliopistossa.

Rakennuslupavaiheessa laitoksen suunnittelu on vielä monilta osin kesken ja analyysit perustuvat osittain alustaviin laitostietoihin, jotka tulevat täsmentämään suunnittelun edetessä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että voimayhtiön rakennuslupavaiheessa toimittamat sekä STUKin teettämät analyysit ja koetulokset antavat riittävän varmuuden siitä, että Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikkö täyttää Valtioneuvoston päätöksen (395/191) ja YVL-ohjeissa asetetut vaatimukset.

#### Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit

STUK tarkasti rakentamislupahakemuksen yhteydessä toimitetun Olkiluoto 3:n suunnitteluvaiheen todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin (suunnitteluvaiheen PSA, Probabilistic Safety Analysis) sekä siihen liittyvät osat muista rakentamislupa-asiakirjoista. PSA:n tarkastuksen yhteydessä STUK teki omia tarkistuslaskelmia PSA-mallissa havaittujen epätasällisyyksien vuoksi. Laskelmilla haluttiin varmistua, että laitos voidaan suunnitella ja rakentaa täyttämään asetetut suunnittelutavoitteet.

Uuden ydinvoimalaitoksen suunnitteluperusteeksi asetettu sydänvauriotaajuuden tavoitearvo on  $10^{-5}$ /vuosi ja päästöjä koskeva tavoitearvo on  $5 \cdot 10^{-7}$ /vuosi. Suunnitteluvaiheen PSA:lla tulee osoittaa, että laitos täyttää todennäköisyyspohjaiset suunnittelutavoitteet. Koska laitoksen suunnittelu on monilta osin vielä kesken, PSA:ta täydennetään laitoksen rakentamisen aikana sitä mukaa, kun laitoksen yksityiskohtaiset suunnitelmat täsmentyvät.

Voimayhtiön toimittaman Olkiluoto 3:n suunnitteluvaiheen PSA:n mukaan sydänvauriotaajuuden odotusarvo on noin  $1,8 \cdot 10^{-6}$  /vuosi (tehoajo ja seisokitilat). Alkutapahtumaryhmistä suurimman osuuden (45 %) odotusarvosta muodostavat käyttöhäiriöt, merkittävimmin syöttöveden menetyt ja komponenttien jäähdytysjärjestelmän häiriö ja jäähdytteenmenetysonnettomuudet (24 %). Muiden alkutapahtumien osuudet sydänvauriotaajuuden odotusarvoon ovat ulkoisen sähköverkon menetys 5 %, tulipalot 2 %, tulvat 2 %, ulkoiset tapahtumat 16 % ja sisäiset seisokkialkutapahtumat 6 %. Laitostoimittaja on alustavasti laskenut vakavan onnettomuuden päästöajan ylittymisen taajuudeksi  $1 \cdot 10^{-7}$ /vuosi. STUK on tarkastanut arvion ja pitää laitostoimittajan arviota tarkastuksen perusteella hyväksyttävänä.

Tarkastuksen yhteenvetona STUK totesi, että laitoksen rakentamislupavaiheen suunnitelmia on analysoitu riittävästi todennäköisyyspohjaisilla turvallisuusanalyysillä sen osoittamiseksi, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät Valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 6 §:n ja ohjeen YVL 2.8 edellyttämällä tavalla.

### 3.3.4 Laitoshankkeen valvonta

#### Laitoksen periaatesuunnittelu

Laitoksen periaatesuunnittelun hyväksyttävyys arvioitiin rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä. Periaatesuunnittelu esitetään laitoksen alustavassa turvallisuusselosteessa, jonka STUK hyväksyi huomautuksin. Hyväksynnän edellytyksenä oli useita alustavan turvallisuusselosteen tarkennuksia ja lisäyksiä sekä joitakin turvallisuusjärjestelmien toiminnan luotettavuuden lisäämiseen liittyviä muutoksia. Moninkertaisuuden lisäämistä edellytettiin erityisesti vakavien onnettomuuksien hallintaan liittyviin järjestelmiin.

#### Säteilyturvallisuus

STUK arvioi laitoksen säteilyturvallisuusperiaatteet rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä. Alustava turvallisuusseloste sisälsi mm. kuvauksen laitospaikasta, laitoksen säteilylähteiden arvioinnin ja säteilysuojauksien suunnittelun, arvion työntekijöiden säteilyannoksista, suunnitteluperusteet laitoksen säteilymittausjärjestelmille sekä analyysit normaalin käytön ja onnettomuuksien radiologisista vaikutuksista ympäristössä. Järjestelmien ja komponenttien suunnitteluperusteet sekä niiden sijoittelu, säteilysuojaukset ja luoksepäästävyysmahdollisuudet tarkastetaan yksityiskohtaisemmin järjestelmien ennakkotarkastusaineistojen käsittelyn yhteydessä.

#### Ikääntymisen hallinta

Laitoksen suunnitteluperusteet ja -periaatteet esitetään alustavassa turvallisuusselosteessa ja yksityiskohtaisemmin järjestelmien ennakkotarkastusaineistoissa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa. Pääkomponenttien osalta ikääntymishallinnan lähtökohtana on, että laitteiden rakennemateriaalit ja valmistustekniikka ovat alan teknologian viimeistä tasoa. Asiaan on kiinnitetty huomiota pääkomponenttien rakennesuunnitelmien ja valmistuksen valvonnan yhteydessä.

Olkiluoto 3:n mekaanisten komponenttien käyttöönottoon liittyvät määräaikaistarkastusten perustarkastukset on tehtävä ohjeen YVL 3.8 mukaisesti pätevoidyyn menetelmin. Laitostoimittaja ja Teollisuuden Voima Oy ovat käynnistäneet sopimuskeskustelut näiden päteväntien toteuttamiseksi.

Sähkö- ja automaatiolaitteiden osalta vanhennemiseen liittyviä asioita ei juurikaan käsitelty alus-

tavassa turvallisuusselosteessa, koska valittavia laitetyppejä ja siten niiden ominaisuuksia ei ole tiedossa. Laitetason käsittely ei käynnistynyt merkittävältä osin vuonna 2005. Ikääntymiseen liittyvät asiat käsitellään jatkossa laitetason käsittelyn yhteydessä yksityiskohtaisen suunnittelun edetessä. Alustavan turvallisuusselosteen käsittelyn yhteydessä STUK on edellyttänyt, että sähkö- ja automaatiojärjestelmille ja -laitteille on laadittava alustava vanhenemisen seurantaohjelma uuden laitossyksikön rakentamisen aikana.

#### Järjestelmäsuunnittelu

STUK aloitti prosessijärjestelmien yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastuksen vuoden 2005 alkupuolella. Järjestelmien suunnittelun hyväksyntä on edellytys järjestelmien prosessilaitteiden suunnittelulle ja hyväksynnälle. Suunnittelun tarkastus jatkuu myös vuonna 2006. STUK on tarkastanut keskeisimpien sähkönsyöttöjärjestelmien suunnitelmat ja sähköjärjestelmiin liittyviä niin sanottuja konseptisuunnitelmia mm. ukkossuojauksesta ja kaapeloinnista. Automaatiojärjestelmien suunnittelun tarkastus on aloitettu keskeisimpien järjestelmien yksityiskohtaisen suunnittelun osalta.

STUK edellytti alkuperäiseen toimitettuun suunnitelmaan muutoksia, joilla parannettiin turvallisuudelle tärkeiden järjestelmien luotettavuutta soveltamalla erilaisuus- ja monikertaisuusperiaatetta sekä parantamalla järjestelmien erottelua. Suuren primääripiirin putkikatkoksen vaikutuksista sydämen- ja reaktiivisuudenhallintaan edellytettiin analyyseja. STUK edellytti, että primääripiirissä vakavien onnettomuuksien hallintaan tarkoitetut paineenalennusventtiilit kahdennetaan. Lisäksi edellytettiin parannuksia sydänsulan leviämisalueen rakenteeseen, vedyn hallintaan suojarakennuksessa onnettomuuksien aikana ja höyrystimen putkikatkojen hallintaan. Tarkastuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota hätäjäähdytyksen jälleenkierron varmistamiseen ja edellytettiin todentavia kokeita.

#### Laitteiden ja rakenteiden suunnittelu

Laitteiden yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastuksissa pääpaino on ollut pääkomponenttien rakennesuunnitelmissa. STUK on tarkastanut reaktoripainesäiliön, höyrystimen, paineistimen, pääkiertopumppujen, pääkiertoputkiston ja säätösauvakoneistojen rakennesuunnitelmat ja valmis-

tukseen liittyvät suunnitelmat ennen valmistuksen aloittamista. Myös pääkomponenttien sisäosien rakennesuunnitelmat ja valmistukseen liittyvät suunnitelmat on tarkastettu.

Betoni- ja teräsrakenteiden suunnittelun osalta STUK on tarkastanut suojarakennuksen ja turvallisuusrakennusten turvallisuusluokan 2 ennakkotarkastusaineistot ja rakennusten lujuuteen liittyvät analyysit. Lisäksi STUK on tarkastanut suojarakennuksen ja turvallisuusrakennusten alle tulevan pohjalaatan yksityiskohtaiset suunnitelmat ennen valujen aloittamista. Teräsrakenteiden tarkastuksissa pääpaino on ollut sisemmän suojarakennuksen teräsvuorauksen rakennesuunnitelman ja valmistukseen liittyvien suunnitelmien tarkastuksessa.

### **Valmistus ja rakentaminen**

STUK valvoi reaktoripainesäiliön ja höyrystimien takeiden valmistusta Japan Steel Worksin (JSW) tehtaalla. STUK teki valmistuneille takeille rakennetarkastukset ja antoi luvat osien laivaamiselle Ranskaan Chalonin tehtaalle ja Mitsubishi Heavy Industriesin (MHI) tehtaalle Japaniin. Viimeiset takeet valmistettiin ja laivattiin JSW:n tehtaalta keväällä 2005. Chalonissa jatkettiin höyrystimien valmistusta. MHI aloitti reaktoripainesäiliön valmistuksen tammikuussa 2005 saatuaan STUKilta siihen luvan. STUKin tarkastajat ovat valvoneet reaktoripainesäiliön ja höyrystimien ja niiden sisäosien valmistusta säännöllisillä tarkastuskäynneillä valmistuspaikoilla. STUK on valvonut myös muiden pääkomponenttien (paineistimen, pääkiertopumppujen, pääkiertoputkiston ja säätösauvakoneistojen) valmistusta valmistuspaikoilla. Olkiluoto 3:a koskevia tarkastuksia tehtiin vuonna 2005 yhteensä 278.

STUK on valvonut laitoksen rakentamista säännöllisillä käynneillä laitospaikalla. STUK on tehnyt kaikkien turvallisuuden kannalta olennaisen valujen betonoinnin valmiuden tarkastukset ja antanut luvan betonointien aloitukselle. Vuoden aikana tehtiin 4 betonoinnin aloitustarkastusta. Teräsrakenteiden osalta STUK on valvonut erityisesti terässuojakuoren valmistusta.

### **Kelpoistus ja soveltuvuuden osoittaminen**

Teollisuuden Voima Oy esitti järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden kelpoistukseen liittyviä yleisiä menettelytapoja ja kelpoistusolosuhteita

alustavassa turvallisuusselosteessa ja siihen liittyvissä aihekohtaisissa raporteissa sekä järjestelmien ennakkotarkastusaineistojen yhteydessä. Automaatiojärjestelmien kelpoistuksesta voimayhtiö esitti järjestelmäkohtaiset suunnitelmat, jotka STUK hyväksyi huomautuksin. Mekaanisten komponenttien ja joidenkin sähkölaitteiden kelpoisuutta ja soveltuvuutta käyttökohteeseen on käsitelty rakennesuunnitelmien yhteydessä.

Teollisuuden Voima Oy tarkentaa edelleen menettelyjään erityisesti sähkö- ja automaatiolaitteiden kelpoistamiseksi ympäristöolosuhteisiin. Sähkö- ja automaatiolaitteiden soveltuvuuden arviointi alkaa laajemmin vuoden 2006 aikana kelpoistusuunnitelmien ja niiden tulosaineistojen sekä soveltuvuusarvioiden tarkastuksen yhteydessä.

### **Muutokset ja korjaukset**

Teollisuuden Voima Oy on toimittanut STUKille hyväksyttäväksi Olkiluoto 3:n yksityiskohtaiset suunnitelmat rakentamisen aikana. Laitoksen suunnittelun tarkentuessa voimayhtiö on esittänyt myös joitakin suunnittelumuutoksia, jotka STUK on käsitellyt ja hyväksynyt suunnitelmien tarkastuksen yhteydessä arvioituaan ensin muutosten turvallisuusmerkityksen. Merkittävin suunnittelumuutos koski suojarakennuksen väli-tilan ilmastoinnin muuttamista. STUK hyväksyi muutoksen saatuaan TVO:lta riittävät perusteet ja tiedot suunnittelumuutoksen syistä ja vaikutuksista laitoksen kokonaisturvallisuuteen.

### **3.3.5 Rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonta**

#### **Turvallisuusjohtaminen**

STUK käynnisti alkuvuodesta 2005 rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman, jonka tavoitteena on tarkastaa ja arvioida erityisesti Teollisuuden Voima Oy:n toimintaa uuden ydinvoimalaitoksen laadukkaan toteutuksen varmistamiseksi. Ohjelmassa on projektin päätoimintoihin kuten johtamiseen, laadun- ja projektinhallintaan ja turvallisuusasioiden käsittelyyn sekä muihin toimintoihin kuten laadunvarmistukseen, koulutukseen ja säteilyturvallisuuteen kohdistuvat tarkastukset sekä tekniikan aloittain tehtävät tarkastukset. STUK laatii puolivuosittain suunnitelman tarkastuksista.

STUK tarkasti laitostoimittajan suunnittelu-



toimintaa syksyllä 2005. Tarkastuksen tavoitteena oli selvittää laitostoimittajan vaatimustenhallintaa, suunnittelumuutosten käsittelyä, rajapintojen hallintaa eri tekniikan alueiden välillä sekä tila- ja säteilyturvallisuussuunnittelua ja todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin hyödyntämistä yksityiskohtaisen suunnittelun tukena. Tarkastuksessa todettiin kehityskohteita, joiden johdosta Teollisuuden Voima Oy on aloittanut korjaavat toimenpiteet yhdessä laitostoimittajan kanssa.

STUK on osallistunut tarkkailijana 28:aan Teollisuuden Voima Oy:n laitetoimittajiin kohdistamista auditoinneista. Auditointien tarkoituksena on ollut varmistua toimittajien kyvykkyydestä osallistua uuteen laitoshankkeeseen. Monien laitetoimittajien toiminnassa on todettu kehitystarpeita, joiden korjaamiseksi on edellytetty mm. erityisiä Olkiluoto 3 -kohtaisia laatusuunnitelmia.

### **Johtamis- ja laadunhallintajärjestelmä**

Teollisuuden Voima Oy:n laadunhallintajärjestelmässä esitetään menettelyt ja vastuut projektin johtamiseksi ja toteuttamiseksi. Prosessimaiseen toimintamalliin perustuva laadunhallintajärjestelmä on integroitu Olkiluodon käyvien laitosisiköiden toimintajärjestelmään. Projektin laadunvarmistus kattaa sekä projektin oman ja projektin käyttämien aliurakoitsijoiden että konsortion ja laitetoimittajien arvioinnin ja valvonnan.

Teollisuuden Voima Oy on ylläpitänyt ja edelleen parantanut projektin johtamis- ja laadunhallintajärjestelmää mm. sisäisten auditointien ja STUKin tarkastusten tulosten perusteella. STUKin tarkastusten huomautuksissa on mm. edellytetty projektia kehittämään edelleen sisäistä auditointitoimintaa ja korjaamaan toiminnassa todetut puutteet asetetussa määräajassa. STUK on myös edellyttänyt projektia varmistamaan, että IAEA:n standardissa esitetty laadunhallintavaatimukset täyttyvät turvallisuudelle tärkeitä komponentteja valmistavien aliurakoitsijoiden laatujohtamisessa. Johtamisjärjestelmän tarkastuksissa on edellytetty voimayhtiön parantavan mm. turvallisuusasioiden käsittelyä, rakennuttamisen valvonnan menettelyjä ja käynnistävän projektiorganisaation kehittämiseen liittyvät toimenpiteet.

Projektin laadunvarmistusyksikön henkilöstöresursseja on lisätty tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Vuonna 2006 projekti rekrytoi lisää laa-

dunvarmistusinsinöörejä mm. sähkö- ja automaatiotekniikan alueille.

### **Tarkastus- ja testauslaitosten sekä ydinteknisten painelaitteiden toimittajien valvonta**

STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksen perusteella 39 ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa Olkiluoto 3:lle.

Lisäksi STUK hyväksyi ydinenergialain mukaisesti 27 testauslaitosta tekemään Olkiluoto 3:n mekaanisten laitteiden ja rakenteiden ainetta rikkoavaa ja rikkomatonta aineenkoetusta. Teollisuuden Voima Oy:n hakemuksesta STUK hyväksyi kolme tarkastuslaitosta suorittamaan turvallisuusluokkiin 3 ja 4 kuuluvien mekaanisten laitteiden ja rakenteiden suunnittelun ja valmistuksen vaatimustenmukaisuuden arviointiin ja hyväksymiseen liittyviä tehtäviä.

Säteilyturvakeskus valvoi hyväksymiensä valmistajien ja testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa. Toiminta todettiin ohjeiden YVL 3.4 ja YVL 1.3 vaatimusten mukaiseksi.

### **3.3.6 Turvallisuuden kokonaisarvio**

Uuden laitoshankkeen turvallisuuden kokonaisarvioinnissa tarkastellaan yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastuksesta, valmistuksen ja rakentamisen valvonnasta, rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tuloksista, laitostoimittajan ja sen aliurakoitsijoiden valvonnasta sekä STUKin, Teollisuuden Voima Oy:n ja laitostoimittajan kanssakäymisen tuloksena saadusta tiedosta ja kokemuksesta tehtyjä havaintoja. Valvonnan perusteella edellytykset uuden ydinvoimalaitoksen rakentamisprojektin laadukkaalle toteutukselle ovat olemassa.

Yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastusten perusteella suunnittelun voidaan todeta tarkentuneen jatkuvasti, mutta riittävän yksityiskohtaisen suunnitteluaineiston laadinnassa laitostoimittajalla ja voimayhtiöllä on ollut parannettavaa. Yksityiskohtaisten suunnitelmien käsittelyn yhteydessä projektin eri osapuolet ovat myös oppineet ymmärtämään paremmin toistensa toiminnan vaatimuksia. Suunnittelutoiminnassa ei ole noussut esiin olennaisia puutteita, joiden johdosta laitoksen yksityiskohtaista suunnittelua ei voitaisi pitää hyväksyttävänä.

STUKin tekemän valmistuksen ja rakentamisen valvonnan perusteella sekä laitostoimittaja että Teollisuuden Voima Oy ovat hoitaneet omia valvontavelvoitteitaan riittävän hyvin. Erityisesti pääkomponenttien valmistuksen valvonta on tuonut esiin poikkeamia ja puutteita, joita laitostoimittaja ja voimayhtiö ovat ryhtyneet korjaamaan. Havainnot osoittavat kattavan valmistuksen valvonnan tarpeellisuuden. Rakentamisen valvonnassa ei ole tullut esille merkittäviä puutteita.

Valmistajiin ja toimittajiin kohdistettujen auditointien tulokset ovat osoittaneet, että monet toimijat eivät ole huomioineet ydinalan edellyttämiä laatuvaatimuksia toiminnassaan. Tarvittaessa valmistajilta on edellytetty Olkiluoto 3 -kohtaisia laatusuunnitelmia, joilla täydennetään laatu järjestelmä kattamaan myös ydinalan erityisvaatimukset valmistettavien komponenttien osalta.

Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tuloksena STUK on pystynyt muodostamaan käsityksen Teollisuuden Voima Oy:n projektin johtamisesta, resursseista, turvallisuusasioiden käsittelystä ja laadunhallinnasta sekä näitä päätoimintoja tukevista toiminnoista. Tarkastusohjelman tulosten perusteella voimayhtiön toiminta on kehittyntä johtamisen ja rakentamisen suunnittelun ja hallinnan osalta. Toiminnoissa todettujen kehityskohdeiden osalta Teollisuuden Voima Oy on esittänyt toimenpidesuunnitelmat.

Laitostoimittajan toiminnan arviointi perustuu kanssakäymiseen laitostoimittajan kanssa kokouksissa, laitostoimittajan laatimien asiakirjojen tarkastuksiin, laitostoimittajan laadunhallintajär-

jestelmän ja -suunnitelmien tarkastukseen, projektin käsikirjojen tarkastukseen sekä toiminnan auditointeihin. Kanssakäymisen perusteella on voitu todeta laitostoimittajan riittävä asiantuntemus laitoshankkeen läpivientiin. Suunnittelutoimintojen kehittämiseen on kuitenkin tarvetta erityisesti turvallisuusvaatimusten täyttymisen varmistamiseksi.

### 3.4 Tutkimusreaktori

Sähköä tuottavien ydinvoimalaitosten lisäksi STUK valvoo Espoon Otaniemessä sijaitsevaa Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktoria, jonka lämpöteho on 250 kW. Reaktoria käytetään radioaktiivisten merkkiaineiden tuottamiseen, aktivointianalyysiin, opiskelijoiden harjoitustöihin sekä boorineutronikaappaukseen perustuvaan aivokasvainten hoitoon (BNCT, Boron Neutron Capture Therapy) ja sen tutkimiseen.

STUKin valvonta kohdistui vuonna 2005 reaktorin käyttöön, säteilysuojeluun, ydinjätteisiin ja ydinmateriaalitoimintoihin. STUK hyväksyi VTT Prosessien esityksestä joulukuussa 2005 neljä reaktorin ohjaajaa ja yhden esimiehen. Reaktorin käytössä ei vuoden 2005 aikana havaittu merkittäviä ongelmia. Työntekijöiden saamat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön vuonna 2005 alittivat selvästi asetetut rajat.

### 3.5 Muut ydinlaitokset

Ydinjätehuoltoon liittyvien ydinlaitosten kuten varastointitilojen valvontaa käsitellään luvussa 4.

## 4 Ydinjätehuollon valvonta

*Esko Ruokola*

### 4.1 Ydinjätehuollon ohjelmat

Kauppa- ja teollisuusministeriön 3.12.2002 päivätyssä kirjeessä esitetyn linjauksen mukaisesti Posiva Oy, Teollisuuden Voima Oy ja Fortum Power and Heat Oy julkaisivat vuonna 2004 raportin TKS-2003, Nuclear waste management of the Olkiluoto and Loviisa power plants, Programme for research, development and technical design for 2004–2006. Siinä esitetään katsaus Posivan ja sen omistajayhtiöiden viime vuosina tekemään ydinjätehuollon tutkimus-, kehitys- ja tekniseen suunnittelutyöhön sekä suunnitelma tulevalle toiminnalle keskittyen ajanjaksoon 2004–2006. Voimayhtiöiden vuonna 2005 toimittama Ydinjätehuollon ohjelma -raportti perustui suurelta osin mainittuun TKS-2003 -raporttiin. STUK tarkasti voimayhtiöiden ydinjätehuollon ohjelmaan liittyvät asiakirjat ja laati niistä ydinenergia-asetuksen 78 §:n mukaisen lausunnon kauppa- ja teollisuusministeriölle.

STUK tarkasti myös ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitetut ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat uudistetut asiakirjat ja antoi niistä lausunnot kauppa- ja teollisuusministeriölle. Lausunnoissa STUK arvioi taloudellisen varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia.

### 4.2 Käytetty ydinpolttoaine

#### 4.2.1 Väliavarastointi

STUK valvoi käytetyn ydinpolttoaineen varastointia säännönmukaisin tarkastuksin sekä tarkastamalla varastointilaitteita koskevia suunnitelmia ja töitä. Varastoinnissa ei sattunut turvallisuutta vaarantavia tapahtumia. Olkiluodon laitoksella varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen määrä vuoden 2005 lopussa oli 6284 nippua (1106 tU, tonnia alkuperäistä uraania), lisäys vuonna 2005 oli 234 nippua (41 tU). Loviisan laitoksella vastaava ker-

tymä oli 3157 nippua (376 tU) ja lisäys 210 nippua (25 tU). Loviisan laitoksen varastokapasiteettia on päätetty lisätä ottamalla käyttöön tiheitä polttoainetelineitä. Niiden käyttöönottoa koskeva yksityiskohtainen suunnittelu on meneillään. STUK tulee tarkastamaan asiaa koskevat asiakirjat sekä toimenpiteet.

#### 4.2.2 Loppusijoituksen valvonta

STUKin turvallisuusvalvonnan kannalta keskeisimmät Posiva Oy:n toiminnot olivat seuraavat:

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitosten suunnittelu on edennyt pitkäjänteisesti ja seuraava päätavoite on esisuunnitteluvaiheen (preliminary design stage) laitosuunnitelmien julkaiseminen vuoden 2006 lopulla. Jätekapselin suunnitteluperusteista julkaistiin vuonna 2005 uusi raportti, joka osoittaa Posivan kapselin designin olevan vakiintumassa ja yhtenäistymässä Ruotsin ydinjäteyhtiön SKB:n kanssa.

Posiva jatkaa yhteistyössä SKB:n kanssa rauta-kuparikapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikan kehittämistä. Valmistustekniikassa Posivan vastuulla on erityisesti kuparikapselin pisto-veto -valmistusmenetelmä, kun taas SKB kehittää pursotus- ja taontamenetelmiä. Molemmat kehittävät kapselin rautaisen sisäosan valmistusmenetelmää. Posiva jatkoi kuparikapselin valmistuskokeita Saksassa. Valurautaisen sisäosan valmistuskokeita ei tehty vuonna 2005, mutta koeohjelmaa on tarkoitus jatkaa vuonna 2006. Vaikka valmistustekniikassa edistytettiin, tarvitaan vielä menetelmäkehitystä kapselin osien haluttujen materiaaliominaisuuksien saavuttamiseksi.

Kapselin sulkemismenetelmistä Posivan vastuulla on kapselin kannen elektronisuihkuhitsauksen kehittäminen. Posiva aloitti vuonna 2005 yhteistyössä Patria Aviationin kanssa kuparikapselin kannen hitsauskokeet Linnavuoressa ole-



valla elektronisuihkuhitsauslaitteistolla. Hitsaus-tekniikassa on edistytty niin, että alustavat hit-sausspesifikaatiot on tarkoitus luoda vuoden 2006 aikana.

Loppusijoitustekniikan merkittävimmät suunnittelu- ja kehityshankkeet liittyvät jätekapse-lien vaakasijoitukseen, ns. KBS-3H -konseptiin. Posivalla on tästä konseptista SKB:n kanssa vuo-teen 2007 ulottuva kehitysohjelma, johon sisälty-vien täyden mittakaavan demonstroitinkokeiden valmistelu on aloitettu Äspön kalliolaboratoriossa.

Posiva jatkoi loppusijoituspaikan soveltu-vuuden varmentamiseen tähtääviä tutkimuksia Olkiluodossa, mukaan lukien maanalaisen tutki-mustilan, ONKALON rakentaminen. Louhinta ei ole edennyt asetetun aikataulun mukaisesti, mikä on lykännyt myös joitakin suunniteltuja tutkimuksia. Posiva purki Kalliorakennus Oy:n kanssa vuonna 2004 tekemänsä nelivuotisen urakkasopimuksen ONKALON ensimmäisen vaiheen rakentamisesta ja toimii nyt itse rakennuttajana sekä rakentamisen ja sen laadun valvojana. Posiva on perustanut pro-jektin ONKALON rakentamista varten.

Onkalon ajotunnelin rakentamisen yhteydes-sä Posiva tekee ns. ennuste–vertailu-tutkimuk-sia. ONKALON monitorointiohjelman ensimmäiset vuosiraportit ovat valmistumassa. Onkalon raken-taminen ei ole aiheuttanut oleellisia muutoksia kalliomekaanisiin tai geokemiallisiin monitorointi-tuloksiin ja myös geohydrologiset vaikutukset ovat olleet verraten vähäiset.

Posiva on kehittänyt toimintajärjestelmäänsä sisällyttämällä siihen ONKALO-projektin laa-dunvarmistusta ja ympäristönhallintaa koskevat ohjeet. Ne keskittyvät ONKALON rakentamisen turvallisuuskriittisiin toimintoihin, kuten kaira-uksiin, vuotovesien hallintaan, injektioaineiden käyttöön ja louhintahäiriövyöhykkeen rajoittami-seen. Muutosten hallintaa varten on luotu erityi-nen rakentamisen, suunnittelun ja tutkimusten yhteensovitusprosessi (CEIC-prosessi).

Tutkimusalueelle kairattiin viisi uutta syvä-reikää kalliorakenteiden sijainnin varmistami-seksi ja ONKALO-alueen länsiosan tutkimiseksi. Olkiluodon alueelta valmistui uusi kallion pinta-osien (lineamentti) tulkinta ja merialueen vastaa-vaa tulkintaa tarkistettiin uusien luotaustulosten mukaisesti. Posiva kehitti Olkiluodon alueen kal-liomallia ns. geologiseksi malliksi, joka koostuu

kallion muodonmuutos- ja rikkonaisuusrakenne-mallista sekä kivilajeja ja niiden muuntumista kuvaavista malleista.

Olkiluodon kallioperän perustilaraportti (Olki-luoto Site Description 2004) julkaistiin vuoden 2005 alkupuolella. STUK esittää vuonna 2006 ar-vionsa kyseisestä raportista. Samassa yhteydessä esitetään myös arvio Posivan kallioluokittelupro-jektin (Host Rock Classification) kolmannen vai-heen loppuraportista.

STUK valvoi Olkiluodon varmentavia sijoitus-paikkatutkimuksia laaditun suunnitelman mukai-sesti. Rakennuspaikalle tehtiin 26 valvontakäyntiä ja Posivan kanssa pidettiin 9 seurantakokousta. Olkiluodon varmentaviin sijoituspaikkatutkimuk-siin liittyvä avoimien asioiden lista päivitettiin kaksi kertaa ulkopuolisen kansainvälisen asian-tuntijaryhmän avustamana.

Posivan turvallisuustutkimukset pohjautuvat valtaosin pitkäkestoiisiin kahdenvälisiin tai monen-keskisiin yhteistyöhankkeisiin. Kahdenkeskisistä tutkimushankkeista valtaosa sisältyy Posivan ja Ruotsin SKB:n väliseen yhteistyöhön, joka on tii-vistynyt erityisesti bentoniittitutkimusten ja ku-parin korroosiotutkimusten alueilla.

Monenkeskisistä hankkeista merkittävimpiä ovat EU:n kuudenteen puiteohjelmaan sisälty-vät, vuoden 2004 alussa käynnistyneet integ-roidut projektit NF-PRO (Near Field Processes) ja ESRED (Engineering Studies and Demonstrations of Repository Design) sekä vuoden 2005 alus-ta aloitettu FUNMIG (Fundamental Processes of Radionuclide Migration), joissa Posiva on mukana suomalaisten tutkimuslaitosten kanssa.

Posivan turvallisuusperustelustrategia sisältyy vuonna 2005 julkaistuun suunnitelmaraporttiin Plan for Safety Case. Tuleva turvallisuusperuste-lu tulee koostumaan kymmenestä pääraportista muodostuvasta salkusta (safety case portfolio), joita päivitetään tarpeen mukaan. Näistä viiden ensimmäiset versiot on julkaistu tähän mennes-sä. Posiva on organisoanut turvallisuusperustelun kokoamisen vuonna 2005 perustetun SAFCA-pro-jektin kautta. Yhtiöllä on päävastuu vuonna 2007 julkaistavan KBS-3H loppusijoituskonseptin so-veltuvuutta selvittävästä turvallisuusanalyysistä, jossa sijoituspaikaksi oletetaan Olkiluoto. SAFCA-projektin tehtävänä on myös huolehtia tarvittavan osaamisen kehittämisestä.

### 4.3 Voimalaitosjätteet ja käytöstäpoisto

Voimayhtiöiden keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltotoimet jatkuivat vuonna 2005 aiempien käytäntöjen mukaisina. Voimalaitosjätteiden käsittelyssä, varastoinnissa tai loppusijoituksessa ei ilmennyt turvallisuusongelmia eikä STUKin laitospaikoilla tekemissä voimalaitosjätteiden käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta koskevissa tarkastuksissa todettu välittömiä toimenpiteitä edellyttäviä puutteita.

Loviisan laitoksella voimalaitosjätteiden määrä vuoden 2005 lopussa oli 2840 m<sup>3</sup>. Määrä on kasvanut edellisvuodesta 163 m<sup>3</sup>. Olkiluodon laitoksella vastaava kertymä oli 5425 m<sup>3</sup> ja lisäys oli 765 m<sup>3</sup>. Merkittävin lisäys aiheutuu romutettavista välitulistimista. Loviisan laitoksen jätteistä on loppusijoitettu noin 47 % ja Olkiluodon laitoksen jätteistä noin 82 %. Valvonnasta vapautettiin Loviisan laitokselta pääasiassa huoltojätteitä Kymenlaakson Jäte Oy:lle. Olkiluodon laitokselta vapautettiin valvonnasta vuonna 2005 huoltojätettä paikalliselle kaatopaikalle haudattavaksi, jäteöljyä Ekokem Oy:lle sekä kierrätysmetallia Eurajoen Romu Oy:lle.

Pitkäaikaisvarastoitavia voimalaitosjätteitä Olkiluodossa ovat lähinnä reaktoripaineastioiden sisältä poistetut komponentit, joita säilytetään polttoainealtaissa. Niistä höyrynerottimien paloittelu ja loppusijoitus jatkui vuonna 2005. Olkiluodon laitosalueelle on varastoitu joitakin suurehkoja,

verraten matala-aktiivisia koneenosia, joiden käsittelyä varten on laitokselle hankittu dekontaminointikammio ja romusilppuri. Vuosina 2005 ja 2006 poistettaville välitulistimille otettiin raportointivuoden aikana käyttöön uusi varastorakenus, ns. komponenttivarasto.

Merkittävimmät keski- ja matala-aktiivisten jätteiden huoltoon Loviisan voimalaitoksella liittyvät hankkeet ovat kiinteytyslaitoksen rakentaminen ja loppusijoitustilojen jatkorakentaminen. Nämä hankkeet aloitettiin vuonna 2004 ja ne on tarkoitus saattaa loppuun vuoden 2006 loppuun mennessä. Huoltojätteiden toinen loppusijoitustila otettiin käyttöön ja kiinteytettyjen jätteiden loppusijoitustilan betonialtaan rakentaminen käynnistyi kertomusvuonna. Kiinteytettyjen jätteiden loppusijoituksen käynnistyttyä Loviisan laitostiloihin jää vielä pitkäaikaisvarastoitavaksi reaktoripaineastioiden sisältä poistettuja voimakkaasti säteileviä komponentteja sekä noin 200 m<sup>3</sup> muita jätteitä.

Loviisan voimalaitoksella on tarkoitus kehittää voimalaitosjätteiden huoltoa ottamalla käyttöön keskitetyt tilat jätteiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittystä ja tilapäisvarastointia varten. Tätä koskeva selvitys on valmistumassa ja hanketta aletaan toteuttaa vuodesta 2006 alkaen. Ajoneuvojen aktiivisuus- ja annosnopeusmittauksissa otettiin käyttöön porttimonitorointilaitteisto vuonna 2005.

## 5 Ydinsulkuvalvonta

*Marko Hämäläinen, Arto Isolankila, Elina Martikka,  
Olli Okko, Jaakko Tikkinen*

### 5.1 Ydinmateriaalivalvonta

#### 5.1.1 Ydinmateriaalivalvonta Suomen ydinlaitoksilla

STUKin ydinmateriaalivalvonnan tavoitteena on huolehtia ydinaseiden leviämisen estämisestä tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta. Lisäksi STUKin tehtävä on huolehtia Suomen solmimien ydinenergia-alan kansainvälisiin sopimuksiin liittyvästä valvonnasta. Kansainvälistä valvontaa toteuttavat Kansainvälinen Atomienergiajärjestö (IAEA) ja EU:n alueella komission ydinmateriaalivalvonnasta vastaavat yksiköt (Energian ja liikenteen pääosasto, linjat H ja I). IAEA:n valvonta perustuu ydinsulkusopimukseen ja sen perusteella solmittuun EU:n ydinaseettomien maiden, Euroopan Atomienergiayhteisön (Euratom) ja IAEA:n väliseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193). EU:n valvonta perustuu Euratomin perustamissopimukseen ja sen nojalla annettuun komission asetukseen (EURATOM) 302/2005, joka korvasi 20.3.2005 komission asetuksen N:o 3227/76.

STUKin ydinmateriaalivalvonta kohdistuu ydinvoimalaitosten osalta pääasiassa polttoaineen maahantuontiin, kuljetuksiin, varastointiin, sisäisiin siirtoihin ja vaihtolatauksiin. Voimayhtiöt toimittavat STUKille ydinmateriaalivalvontaan liittyen vaatimusten mukaiset vuosisuunnitelmat, ennakkoilmoitukset ja raportit.

Vuonna 2005 Loviisan voimalaitokselle tehtiin 7 tarkastusta ja Olkiluodon voimalaitokselle 17 tarkastusta eli Suomen laitoksilla tehtiin yhteensä 24 tarkastusta. Euratom ja IAEA osallistuivat näistä 21 tarkastukseen. STUK teki Olkiluodon loppusijoituslaitoksen työmaalla kolme tarkastusta, joista yhteen IAEA osallistui tarkkailijana.

Pieniä määriä ydinaineita on ydinvoimalaitos-

ten lisäksi myös muilla laitoksilla. Näistä merkittävien on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen FiR 1 -tutkimusreaktori, jossa vuonna 2005 tehtiin yksi tarkastus. Tarkastukseen osallistuivat STUK, IAEA ja Euratom. VTT FiR 1 -tutkimusreaktorin lisäksi STUKilla, Helsingin yliopiston kemian laitoksen radiokemian laboratoriollla, OMG Kokkola Chemicalsilla, Jyväskylän yliopistolla, Geologian tutkimuskeskuksella ja joillakin muilla pienkäyttäjillä on hallussaan jonkin verran ydinaineita. Ydinaineiden määrät esitetään taulukossa II. STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat luetellaan liitteessä 4.

Tärkeä osa ydinmateriaalivalvontaa on varmistaa, että käyttäjien ilmoittamat ydinaineita koskevat tiedot, esimerkiksi palama ja jäähdytysaika, ovat oikeita ja täydellisiä. Vuonna 2005 STUK todensi ainetta rikkomattomin mittauksin Olkiluodon voimalaitoksella 13 käytettyä polttoaineenippua ja Loviisan voimalaitoksella 389 käytettyä polttoaineenippua. Olkiluodon mittauksissa käytettiin GBUV-menetelmää (gamma burn up verification), jolla voidaan havaita mm. sauvan puuttuminen. GBUV edellyttää polttoaineen siirtoa, ja siksi mitattavien nippujen lukumäärä on rajallinen. Loviisan mittauksissa käytettiin polttoaineen siirtokoneeseen kiinnitettyä SFAT-laitetta (spent fuel attribute tester), joten mittaukset voitiin tehdä nippuja siirtämättä. SFAT-mittauksilla voidaan varmistaa operaattorin ilmoittamien tietojen oikeellisuus. IAEA:n kameravalvonta oli havainnut vajaan siirtosäiliön siirron Loviisa 1:n reaktorihallista käytetyn polttoaineen varastoon vuonna 2004. Koska siirto tapahtui vuosisuurlon aikana, eikä reaktorin kansi ollut vielä sinetöity, siirto aiheutti IAEA:n valvonnassa poikkeaman. Tämä poikkeama todennettiin ainetta rikkomattomin mittauksin elokuussa 2005, jolloin IAEA,

**Taulukko II.** Ydinainemäärät Suomessa 31.12.2005.

Paikka	Luonnonuraani (kg)	Rikastettu uraani (kg)	Köyhdytetty uraani (kg)	Plutonium (kg)	Torium (kg)
Loviisan laitos	–	460 990	–	3 744	–
Olkiluoto 1	–	188 799	–	775	–
Olkiluoto 2	–	193 224	–	877	–
Olkiluoto / Käytetyn polttoaineen varasto (KPA)	–	878 827	–	7 256	–
VTT/FiR 1 -tutkimusreaktori	1 511	60	< 1	–	–
OMG Kokkola Chemicals	2 419	–	–	–	–
Säteilyturvakeskus	44,7	1,4	592,4	0,003	2,5
HY radiokemian laboratorio	40,4	0,3	20	0,003	2,5
Muut laitokset	~0	~0	817	~0	–

Euratom ja STUK mittasivat neljä Loviisa 1:n reaktoriin ladattua ja viisi reaktorista poistettua polttoainenaippua.

STUK hyväksyi vuonna 2005 Fortumin kansainvälisten siirtojen kirjanpito- ja valvontakäsikirjan. STUK hyväksyi Olkiluodon voimalaitokselle kolme ydinmateriaalivalvonnasta huolehtivaa henkilöä. Näistä kaksi vuonna 1989 hyväksyttyä henkilöä uusintakuulusteltiin ydinmateriaalivalvonnassa tapahtuneiden muutosten vuoksi. Lisäksi TVO:n nimeämä uusi ydinmateriaalivalvonnasta huolehtiva henkilö kuulusteltiin ja hyväksyttiin. STUK hyväksyi myös Geologian tutkimuskeskukselle (GTK) vastuullisen johtajan ja tämän varamiehen.

Vuoden 2005 aikana Suomeen hyväksyttiin 19 Euratomin ja 18 IAEA:n tarkastajaa. Tarkastajien hyväksymismenettelyyn liittyvän ydinaineen haltijoiden kuulemisen perusteella STUK ei voinut hyväksyä yhtä IAEA:n ehdottamaa tarkastajaa, minkä vuoksi STUK siirsi asian ydinenergia-asetuksen mukaisesti kauppa- ja teollisuusministeriön ratkaistavaksi.

Kaikki materiaalitasealueet toimivat STUKin hyväksymien käsikirjojen mukaisesti ja siten, että STUKilla oli omalta osaltaan mahdollista toteuttaa Suomen solmimien kansainvälisten ydinalan sopimusten velvoitteet.

### 5.1.2 Valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaiset toimet

STUK valmisteli lisäpöytäkirjan edellyttämät vuosittaiset ilmoitukset, joista merkittävimpiä ovat laitosalueiden kuvaukset sekä ydinpolttoainekiertoon liittyvän tutkimus- ja kehitystoiminnan kuva-

us. STUK toimitti aikarajojen puitteissa Suomen vastuulla olevat ilmoitukset suoraan IAEA:lle sekä Suomen ja komission yhteisellä vastuulla olevat ilmoitukset komissiolle ja tiedoksi IAEA:lle. Komissio toimitti sekä omalla vastuullaan että Suomen kanssa yhteisellä vastuulla olevat deklaratioiden päivitykset edelleen IAEA:lle toukuussa ja tiedoksi STUKiin kesäkuussa. Lisäksi Suomi toimitti lisäpöytäkirjan mukaisista vienneistä tiedot neljännesvuosittain. Vuonna 2005 STUK toimitti IAEA:lle ja komissiolle yhteensä 18 ilmoitusta ja komissio IAEA:lle neljä Suomea koskevaa ilmoitusta. IAEA:n heinäkuussa toimitettiin sekä Suomen että Suomen ja komission yhteisellä vastuulla oleviin kysymyksiin STUK toimitti vastaukset syyskuussa. IAEA teki lisäpöytäkirjan mukaisen täydentävän tarkastuskäynnin Olkiluodon laitosalueella määräaikaistarkastuksen yhteydessä kahden tunnin ilmoitusajalla 13.9.2005, ja STUKin laitosalueella 24 tunnin ilmoitusajalla 7.12.2005. Komissio osallistui molempiin täydentäviin tarkastuskäynteihin.

### 5.1.3 Ydinpolttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonta

Ydinpolttoaineen loppusijoittaminen maanalaisiin tiloihin asettaa uudenlaisia haasteita ydinmateriaalivalvonnan toteuttamiselle, koska ydinainetta ei enää kapseloinnin jälkeen ole käytännössä mahdollista todentaa. IAEA on ehdottanut loppusijoituslaitoksen kansallisen ydinmateriaalivalvonnan aloitettavaksi jo laitoksen rakentamisen aikana, vaikka komission asetuksen (EURATOM) 302/2005 mukaan Euroopan komissio velvoittaa toiminnan-

harjoittajaa raportoimaan ydinmateriaaleista sekä niitä käsittelevistä laitoksista viimeistään 200 päivää ennen kuin ydinmateriaaleja siirretään uusiin tiloihin. Ydinsulkusopimuksen perusteella valtio on kuitenkin velvollinen mahdollistamaan IAEA:n tehokkaan valvonnan Suomessa. STUKin ja KTM:n välisen, 29.9.2004 pidetyn neuvottelun perusteella katsottiin tarkoituksenmukaiseksi velvoittaa loppusijoitusta suunnitteleva ja toteuttava Posiva Oy huolehtimaan ydinlaitoksen tavoin ydinsulkuvalvonnan toteuttamisesta jo loppusijoitustilan maanalaisen tutkimustilan rakentamisen aikana. Velvoitteella pyritään siihen, että IAEA voi vakuuttua Suomen kyvystä toteuttaa riittävä valvonta ja suunnitella omat valvonta- ja tarkastusmenettelynsä. IAEA:n edustaja osallistui 24.5.2005 loppusijoituksen ydinjätehuollon pitkäaikaisturvallisuutta käsitelleen konsultti-ryhmän kokoukseen ja sen yhteydessä vierailuun rakenteilla olevaan loppusijoitusluolaan. STUKin ja Posivan edustajat kävivät IAEA:ssa 16.9.2005 esittelemässä ydinsulkusopimuksen mukaiseen valvontasopimukseen perustuvat kansalliset valvontajärjestelyt ja keskustelemassa siitä, miten yhteistyö IAEA:n kanssa toteutetaan.

Loppusijoituslaitoksen osalta STUK hyväksyi Posivan valmisteleman ydinmateriaalikäsikirjaa vastaavan Ydinsulkuvalvonta Onkalossa -menettelyohjeen, joka keskittyy rakentamisdokumentaation todentamiseen ja ympäristön monitorointiin jo ennen ydinmateriaalien käsittelyä ja siirtoa maanalaisiin tiloihin. STUK hyväksyi myös loppusijoituslaitokselle ydinmateriaalivalvonnasta huolehtivan henkilön.

STUK toimitti Onkalon rakentamisen osalta yhteenvedon ensimmäisen vuoden tarkastuksista IAEA:lle 8.7.2005.

## 5.2 Radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvonta

Suomessa kuljetetaan noin 20 000 radioaktiivista pakkausta vuosittain. Vuonna 2005 STUKin tietoon ei tullut yhtään radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuutta tai muuta turvallisuutta vaarantavaa tapahtumaa. Ydinaineiden kuljetukset edellyttävät STUKin lupaa. Luvan myöntämisen ehtona on mm. ydinvastuuvakuutus ja riittävät turvajärjestelyt. STUK hyväksyi kolme kuljetussuunnitelmaa, jotka koskivat tuoreen polttoaineen tuontikuljetuksia. Merkittävimmät ydin-

aineiden kuljetukset vuonna 2005 olivat tuoreen polttoaineen tuonnit Suomen ydinvoimalaitoksille Ruotsista, Espanjasta ja Venäjältä.

Myös radioaktiivisten aineiden ja ydinaineiden maahantuonti on luvanvaraista. Näihin liittyviä salakuljetusyrityksiä ei vuonna 2005 Suomen rajoilla todettu.

Vuosina 2001–2005 ei rajalta käännytetty yhtään luvatonta radioaktiivista ainetta sisältänyttä kuljetusta. Enimmillään käännytysten määrä oli vuonna 1997, jolloin Suomen rajalta käännettiin 23 radioaktiivista kuljetusta. Tyypillisin käännytyksen syy on ollut metalliromussa todettu radioaktiivisuus. Lukumäärän vähenemiseen on osaltaan vaikuttanut se, että suurimmat lähettäjät nykyisin itse mittaavat lähettämänsä romun radioaktiivisuuden. Toisaalta myös metalliromun kuljetukset ovat vähentyneet.

Ydinmateriaalivalvontaa ja radioaktiivisten aineiden kuljetusten valvontaa tarkastellaan yksityiskohtaisesti raportissa *Nuclear Safeguards in Finland 2005* (STUK-B-YTO 245).

## 5.3 Ydinkoekiellon valvonta

Kattava ydinkoekieltosopimus kieltää kaikki ydinkokeet. Sopimus avattiin allekirjoitettavaksi vuonna 1996. Sopimus astuu voimaan, kun 44 erikseen nimettyä valtiota ovat ratifioineet sen. Suomi ratifioi sopimuksen vuonna 1999. Sopimuksen noudattamista valvotaan maailmanlaajuisella havaintoasemien verkolla, johon tulee kuulumaan 321 mittausasemaa. Näistä 80 havaitsee ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia. Havaintoasemien mitaustulokset ovat kaikkien jäsenvaltioiden käytävissä.

Sopimuksen voimaantuloa valmistelee erityinen valmisteleva toimikunta, joka kokoontuu Wienissä. Toimikunnassa on edustus kaikista allekirjoittajavaltioista. Wienissä toimii myös väliaikainen tekninen sihteeristö.

Ydinkoekieltosopimukseen perustuva, STUKin yhteydessä toimiva kansallinen tietokeskus osallistui sopimuksen valmistelutoimikunnan tehtäviin kustannustehokkaan ja Suomen kannalta toimivan organisaation rakentamiseksi. Tietokeskuksen oma automaattinen rutiinivalvonta toimi koko vuoden analysoiden ilmakehän radioaktiivisia hiukkasia havaitsevien asemien tuloksia. Rutiinivalvontaa helpottaa hälytysjärjestelmä, joka välittää tiedot poikkeavista havainnoista tietokeskuksen henkilö-

kunnalle. Tietokeskus ei havainnut poikkeavia havaintoja vuoden 2005 aikana.

Analyysitoiminnan tulokset tallennetaan LINSSI-nimiseen tietokantaan. Tietokantaa ja sen käyttöliittymää kehitettiin edelleen yhteistyössä ilman radioaktiivisuutta valvovan STUKin laboratorion, Teknillisen korkeakoulun ja Kanadan kansallisen tietokeskuksen välisenä yhteistyönä.

Ydinkoekieltosopimuksen koko valvontajärjestelmän kattava testi järjestettiin vuoden 2005 aikana. Suomen kansallinen tietokeskus osallistui testiin toimittamalla automaattisen analyysitoiminnan tulokset sekä interaktiivisen analyysitoimin-

nan tuloksia. Testiin osallistuneiden kansallisten tietokeskusten toimittamat tulokset tallennettiin sihteeristön toimesta LINSSI-tietokantaan, joka jaettiin kaikille testiin osallistuneille. Alustavien testin tulosten perusteella Suomen kansallisen tietokeskuksen analyysitoiminta toimii hyvin.

STUK solmi vuonna 2002 sopimuksen tietokeskuksen käyttämän analyysiohjelmiston valmistajien kanssa ohjelmiston luovuttamisesta muiden maiden kansallisille tietokeskuksille käytettäväksi ydinkoekiellon valvontaan. Ohjelmisto toimitettiin vuoden 2005 aikana Tunisian kansalliselle tietokeskukselle.



## 6 Turvallisuustutkimus

*Esko Eloranta, Harri Heimbürger, Kaisa-Leena Hutri*

Ydinenergialain mukaisesti Valtion ydinjätehuoltorahastoon (VYR) kerätään varoja luvanhaltijoilta kahteen rahaston muista varoista erillään pidettävään erillisvarallisuuteen, joilla rahoitetaan ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimusta ja ydinjätehuollon turvallisuustutkimusta. Kunakin vuonna jaettavissa olevin varoin rahoitetaan tutkimushankkeita, joiden muodostama hankekoonaisuus tukee varojen keräämisen tarkoitusta. VYR jakaa kunakin vuonna kerätyt varat tutkimushankkeisiin kauppa- ja teollisuusministeriön esityksen perusteella. STUK antoi kauppa- ja teollisuusministeriölle ydinenergialain edellyttämät lausunnot ydinvoimalaitosten turvallisuustutkimuksen SAFIR-ohjelman ja ydinjätehuollon turvallisuustutkimuksen KYT-ohjelman vuosisuunnitelmista.

Vuonna 2005 SAFIR-hankkeille jaettiin noin 2,6 milj. euroa ja KYT-hankkeille noin 1,1 milj. euroa. SAFIR-ohjelmaa rahoittavat myös muut tahot kuin VYR ja ohjelman koko rahoitus vuonna 2005 oli noin 5 milj. euroa. SAFIR- ja KYT-ohjelmaan voivat VYR:in lisäksi myös muut rahoittajatahot tuoda ohjelman sisältöön ja tavoitteisiin soveltuvia hankkeitaan.

SAFIR 2003–2006 -tutkimusohjelman runkosuunnitelma perustuu tälle vuosikymmenelle tunnistettuihin ydinvoimalaitosten turvallisuushaasteisiin, joita on monia johtuen käynnissä olevien ydinvoimalaitosten ikääntymisestä ja uudistuksista sekä uudesta laitoshankkeesta. SAFIR-tutkimusohjelman yleiset tutkimusteemat olivat polttoaine ja reaktorisydän, reaktoripiiri, suojarakennus ja prosessiturvatoiminnot, automaatio, valvomo ja tietotekniikka, organisaatiot ja turvallisuuden hallinta sekä riskitietoinen turvallisuuden hallinta. Reaktoriturvallisuuden alueella ohjelman sisältyi myös osallistuminen useisiin kansainvälisiin hankkeisiin OECD/NEA:n puitteissa sekä USA:n turvallisuusviranomaisen NRC:n kanssa.

Tutkimusohjelma koostui kaikkiaan 24 tutkimusprojektista. STUKin asiantuntijat ohjasivat ja seurasivat käynnissä olevia SAFIR-ohjelmia sekä osallistuivat tutkimusohjelmien tuki- ja johtoryhmätyöhön. SAFIR-ohjelmaa koskevia tietoja on verkko-osoitteessa <http://virtual.vtt.fi/safir/>.

KYT 2002–2005 -tutkimusohjelma koostui ydinjätehuollon strategisista selvityksistä ja ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden liittyvistä tutkimusalueista. KYT-ohjelma toteuttaa ensisijaisesti hankkeita, joilla vahvistetaan ydinjätealan kansallista osaamis pohjaa. Rahoitusta ei myönnetä tutkimuksiin, jotka liittyvät suoraan ydinjätehuoltovelvollisten tai niitä edustavien tahojen omiin hankkeisiin eikä ydinjätehuollon valvonnan suoraan edellyttämiin tutkimuksiin. Tutkimusohjelmakausi päättyi vuonna 2005, jolloin mukana oli 12 tutkimushanketta. Hankkeet painottuivat geotieteisiin, teknisiin vapautumisesteisiin, radioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen, turvallisuusanalyysieihin sekä teknisiin ratkaisuihin. KYT 2002–2005 -tutkimusohjelman ohjauksesta vastasi johtoryhmä, jonka puheenjohtajuus oli STUKilla.

Kauppa- ja teollisuusministeriön tekemän päätöksen mukaan seuraava KYT-ohjelma, on 5-vuotinen. STUK osallistui johtoryhmän valmisteleman uuden KYT2010-puiteohjelman laatimiseen. KYT2010 tutkimusohjelman vuosibudjetti pysyy noin miljoonassa eurossa. Aiemman KYT-ohjelman mukaisesti puiteohjelmatutkimukset painottuvat ydinjätehuollon strategiaan selvityksiin, joihin sisältyy uutena aiheena ydinsulkuvalvontaan liittyviä kysymyksiä. Tutkimusohjelma laajenee käsittämään myös yhteiskuntatieteellisiä tutkimuksia. STUKin edustajat ovat KYT2010:n johtoryhmän ja sille perustetun tukiryhmän puheenjohtajina. KYT-ohjelmaa koskevia tietoja on esitetty verkko-osoitteessa <http://virtual.vtt.fi/kyt/>.

## 7 Valvonta ja valvonnan kehittäminen

*Marja-Leena Järvinen, Kaisa Koskinen, Pekka Salminen,  
Arja Tanninen, Reino Virolainen*

### 7.1 Prosessit ja rakenteet

Tarkastusten ja muun valvonnan avulla STUK varmistuu siitä, että luvanhaltijan ja sen alihankkijoiden toimintaedellytykset ja toiminta sekä ydinlaitosten järjestelmät, rakenteet ja laitteet täyttävät asetetut turvallisuusvaatimukset. STUKin valvonta muodostuu asiakirjatarkastuksista sekä erityyppisistä laitospaikalla tai toimittajien luona tehtävistä tarkastuksista. YVL-ohjeet edellyttävät asiakirjojen tarkastuksia ja laitospaikalla tai toimittajien luona tehtäviä tarkastuksia. Näiden tarkastusten lisäksi toteutetaan STUKin omaehtoiset rakentamisen- ja käytönaikaiset tarkastusohjelmat ja laitospaikoilla työskentelee paikallistarkastajia. Tarkastuksia koskevat menettelytavat kuvataan ydinturvallisuusvalvonnan laatukäsikirjassa. Seuraavassa kuvataan yksityiskohtaisemmin asiakirjojen käsittelyä ja erityyppisiä tarkastuksia sekä esitetään näihin liittyviä tunnuslukuja. Tarkastusten tuloksia käsitellään tämän raportin luvuissa 3–5.

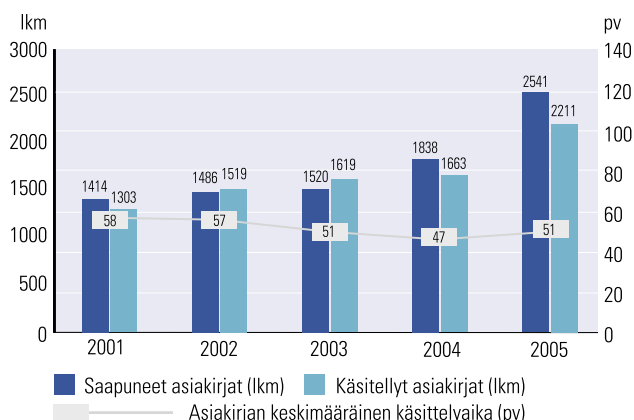
#### Asiakirjojen käsittely

Vuonna 2005 STUKille toimitettiin käsiteltäväksi kaikkiaan 2541 asiakirjalähetystä, näistä 924 oli rakenteilla olevaa laitosta koskevia. Asiakirjojen tarkastuksia saatiin päätökseen 2211. Lukuun sisältyvät sekä vuonna 2005 että aiemmin toimitetut asiakirjat sekä STUKin myöntämät ydinenergiain mukaiset luvat, jotka luetellaan liitteessä 4. Asiakirjojen keskimääräinen käsittelyaika oli 51 päivää. Asiakirjojen lukumäärät ja keskimääräinen käsittelyaika vuosina 2001–2005 esitetään kuvassa 8. Kuvissa 9, 10 ja 11 esitetään hyväksymiskäsittelyssä olleiden eri laitostyypiköitä koskevien asiakirjojen käsittelyaikajakaumat.

#### Ydinvoimalaitospaikoilla ja toimittajien luona tehdyt tarkastukset

Käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa käytiin läpi turvallisuusjohtamista, toiminnan pääprosesseja sekä menettelytapoja ja järjestelmien teknistä hyväksyttävyyttä. Tarkastuksilla valvottiin, että laitoksen turvallisuuden arviointi, käyttö, ylläpito ja suojelutoiminta vastaavat ydinturvallisuussääntösten vaatimuksia. Vuosittainen tarkastusohjelma saatettiin luvanhaltijan tietoon vuoden alussa ja tarkastusajankohdat sovittiin luvanhaltijan edustajien kanssa. Käytön tarkastusohjelman tarkastukset esitetään liitteessä 5.

Olkiluoto 3:n rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tavoitteena on todentaa, että laitoksen rakentamisen vaatimat toiminnot varmistavat laadukkaan ja hyväksytyjen suunnitelmien mukaisen toteutuksen viranomaismääräyksiä noudattaen ja vaarantamatta laitospaikalla käyviä laitok-



**Kuva 8.** Saapuneiden ja käsiteltyjen asiakirjojen lukumäärät sekä keskimääräinen asiakirja-aineiston käsittelyaika.

sia. Tarkastusohjelmassa arvioidaan ja valvotaan luvanhaltijan toimintaa laitoksen toteuttamiseksi, laitoksen toteutukseen liittyviä menettelyjä eri tekniikan alueilla, luvanhaltijan asiantuntemusta ja asiantuntemuksen käyttöä, turvallisuusasioiden käsittelyä ja laadunhallintaa ja -ohjausta. STUK tekee puolivuositain suunnitelman Olkiluoto 3:n tarkastuksista. Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset esitetään liitteessä 6.

Tarkastuksissa käytetyt tiedonhankintamenetelmät olivat voimalaitoksen edustajilta pyydytetyt esitykset, henkilöstön haastattelut, asiakirjojen ja muiden dokumenttien tarkastukset, laitoskierrokset, työtehtävien havainnointi. Mikään tarkastuksessa tehdyistä havainnoista ei ollut sellainen, että sillä olisi ollut merkittävää vaikutusta laitostyösköiden turvallisuuteen.

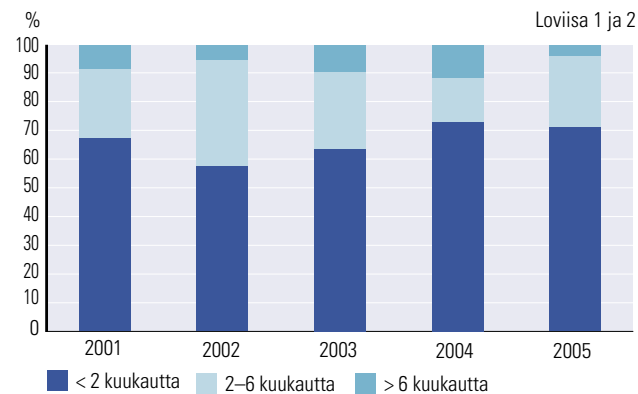
Vuonna 2005 sekä Loviisan laitokselle että Olkiluodon laitokselle suunniteltiin tehtäväksi 19 käytön tarkastusohjelmaan kuuluvaa tarkastusta. Vuoden aikana tarkastusohjelmia päivitettiin siten, että vuonna 2005 toteutettiin 16 tarkastusta kummallakin laitoksella.

Vuonna 2005 STUK teki 12 Olkiluoto 3:n rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaista tarkastusta.

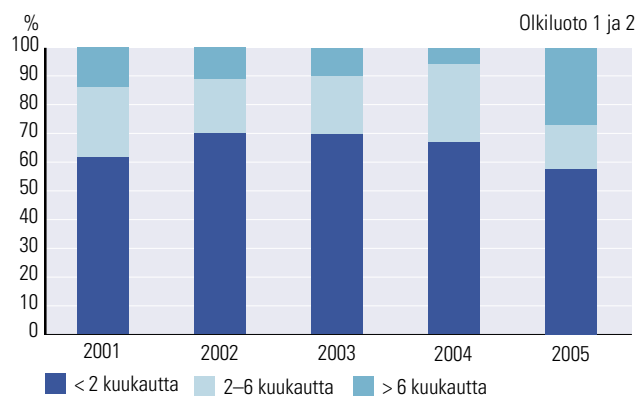
Laitospaikalla tai toimittajien luona tehtiin vuonna 2005 yhteensä 683 tarkastusta (muut kuin käytön tai rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset ja ydinmateriaalivalvonnan tarkastukset, joita tarkastellaan jäljempänä). Yksi tarkastus muodostuu yhdestä tai useammasta osatarkastuksesta kuten tulostulostarkastuksesta, laitteen tai rakenteen tarkastuksesta, paine- tai tiiveyskokeesta, toimintakokeesta tai käyttöönototarkastuksesta. Tarkastuksista 278 kuului rakenteilla olevan laitoksen valvontaan ja 405 käytössä olevien laitosten valvontaan. Valvonnan kohdetta koskevat asiakirjat käsitellään ennen laitospaikalla tehtäviä tarkastuksia.

Laitospaikoilla ja laitteiden valmistajien luona normaalina työaikana tehtyjä tarkastuspäiviä oli kaikkiaan 1781. Luku sisältää ydinvoimalaitosten turvallisuuteen kohdistuneiden tarkastusten lisäksi ydinjätehuollon ja ydinmateriaalien tarkastukset. Tämän lisäksi normaalin työajan ulkopuolella tehtiin käytössä olevilla ydinvoimalaitoksilla yhteensä 253 tarkastuspäivää lähinnä vuosihoiltoisokkien aikana. Tarkastuspäivien lukumäärä on noston uuden ydinvoimalaitoksen lu-

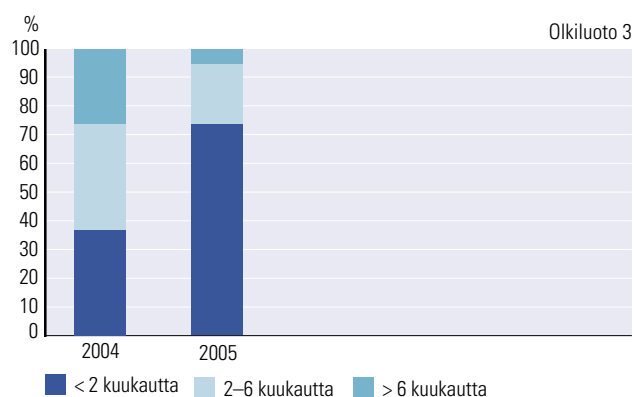
pakäsittelyyn liittyvät tarkastukset. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella työskenteli kaksi paikallistarkastajaa ja Loviisan laitoksella yksi paikallistarkastaja. Laitospaikalla normaalina työaikana tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät vuosilta 2001–2005 esitetään kuvassa 12.



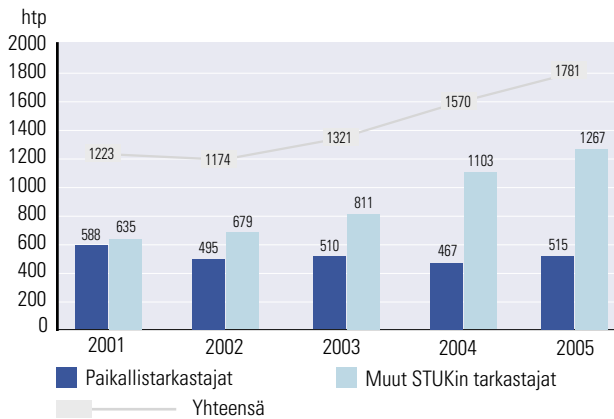
**Kuva 9.** Loviisan laitostyösköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



**Kuva 10.** Olkiluodon 1 ja 2 -laitostyösköitä koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



**Kuva 11.** Olkiluoto 3:a koskevien päätösten valmisteluajajakaumat.



**Kuva 12.** Ydinvoimalaitospaikoilla ja laitevalmistajien luona tehtyjen tarkastuspäivien lukumäärät.

### Oman toiminnan kehittäminen

Toiminnan kehittämisessä keskityttiin edelleen prosessityöhön. Ydinvoimalaitosten valvonnan osalta prosessikarttaan tehtiin joitain täsmennyksiä ja laatukäsikirjan päivittämistä jatkettiin, työ viimeistellään vuoden 2006 alussa. Ydinsulkuvalvonnan osalta kehityskohteina olivat IAEA:n lisäpöytäkirjan mukainen valvonta ja käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikainen ydinmateriaalivalvonta. Molemmista valmisteltiin uudet laatukäsikirjan ohjeet, joiden lopullinen hyväksyminen tapahtuu vuonna 2006. Ydinjätehuollossa merkittävin kehityskohde oli Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan (ONKALO) valvonta. Tähän liittyvä suunnitelma päivitettiin toukokuussa 2005.

Toiminnan itsearviointissa keskityttiin asiakas- ja sidosryhmäsuhteisiin. Itsearviointissa ei löytynyt merkittäviä puutteita, mutta asiakkailta saadun palautteen pohjalta sovittiin joitakin tarkennettuja menettelyjä.

### Dokumenttien hallinnan kehittäminen

STUKissa on meneillä monivuotinen hanke STUKin asiakirjojen hallinnan kehittämiseksi. Vuonna 2003 valittiin toimittaja ja käyttöön otettava sovellusohjelmisto. Ohjelmiston pääosat ovat portaali, tiedonhaku-sovellus, dokumentinhallinta-sovellus, ryhmätyösovellus ja arkistointisovellus. Vuonna 2004 hanketta jatkettiin analysoimalla tarkemmin järjestelmän yksityiskohtaisen määrittelyn edellyttämät STUKin toiminnot ja niistä

seuraavat toiminnalliset vaatimukset. Ohjelmiston testaukseen laadittiin kattavat suunnitelmat ja monivaiheinen testaus suoritettiin. Testauksen kuluessa todettujen lisämäärittely- ja lisäkehitystarpeiden vuoksi järjestelmän käyttöönottoa jouduttiin siirtämään vuoden 2005 puolelle.

Vuonna 2005 ohjelmistosta otettiin rajoitettuun käyttöön sen dokumentinhallintasovellus. Koko henkilöstö koulutettiin uuden järjestelmän käyttöön. Samalla käynnistettiin tähän sovellukseen kiinteästi liittyvän arkistinhallinta- ja kirjaus-sovelluksen määrittelemiseksi ja toteuttamiseksi käynnistettiin erilliset kehittämishankkeet. Kaikkien mainittujen ohjelmisto-osuuksien käyttöönotto on tämänhetkisen arvion mukaan vuoden 2007 loppuun mennessä.

Muina dokumenttienhallintaan liittyvinä kehityshankkeina parannettiin laadullisesti ja määrällisesti tarkastajakunnan käytettävissä olevia tulostuspalveluja, yleisissä tiloissa olevien tulostimien käyttöön liittyvää tietoturva- ja kannettavien tietokoneiden tietoturva-.

## 7.2 Uudistuminen ja työkyky

Osaamisen kehittämistä jatkettiin aiempien suunnitelmien pohjalta. Oma koulutusta suunnattiin sekä käyviin että uuden laitoksen laitostuntemuksen parantamiseen. Uudet työntekijät ohjattiin myös kansalliseen ydinalan ammatilliseen koulutukseen, jota STUK järjestää yhdessä alan muiden toimijoiden kanssa.

Rekrytointeja jatkettiin osaamisen ja henkilöresurssien riittävyyden varmistamiseksi. Vuoden 2005 aikana Ydinvoimalaitosten valvontaan rekrytoitiin viisi uutta asiantuntijaa. Uudet henkilöt sijoituivat betoni- ja kalliorakentamisen, ohjelmoitavan automaation, mekaanisten laitteiden ja niiden valmistus- ja tarkastustekniikan, todennäköisyyspohjaisen turvallisuusarvioinnin sekä johtamisen ja organisaation toiminnan arvioinnin alueille. Ydinmateriaalien valvontaa koskien tehtiin tehtävien uudelleen järjestelyjä ja kohdentamisten seurauksena osastolle palkattiin kaksi uutta asiantuntijaa. Näiden tehtävät liittyvät lakisääteiseen viranomaisvalvontaan (IAEA:n uudistettu ydinmateriaalivalvonta, kansainväliset kuljetukset) ja terrorismin vastaiseen toimintaan. Samassa yhteydessä eräitä osaston ydinkoekielon valvontaan liittyviä tehtäviä voitiin vähentää.

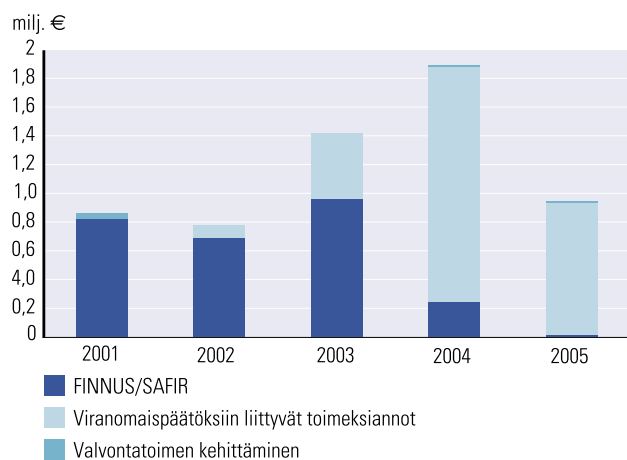
Ydinjätehuollon osaamista lisättiin rekrytoimalla turvallisuusanalyysiasiantuntija.

Keväällä 2005 toteutettiin henkilöstön työhyvinvointikysely. Ydinvoimalaitosten valvonnan osalta tulokset olivat parantuneet lähes kaikilla osa-alueilla. Ydinmateriaalien ja ydinjätteiden valvonnan osalta tulokset olivat huonontuneet hiukan, mutta olivat edelleenkin STUKin keskimääräisellä tasolla. Kyselyn tuloksia käsiteltiin laajasti henkilöstön kanssa.

### 7.3 Talous ja resurssit

Ydinturvallisuusvalvonnan tulosalueella tehtiin sekä laskutettavaa että ei-laskutettavaa perustoimintaa. Laskutettava perustoiminta muodostui pääosin ydinlaitosten valvonnasta, josta aiheutuneet kustannukset perittiin valvottavilta. Ei-laskutettava perustoiminta koski kansainvälistä ja kotimaista yhteistyötä sekä valmiustoimintaa ja viestintää. Ei-laskutettava perustoiminta on julkisrahoitteista. Säännöstötyöstä ja tukitoiminnoista (hallintotehtävät, ydinturvallisuusvalvonnan kehittäminen, koulutus, ammattitaidon ylläpito ja kehitys, raportointi sekä osallistuminen ydinturvallisuustutkimustyöhön) aiheutuvat kustannukset vyörytettiin laskutettavalle ja ei-laskutettavalle perustoinnille sekä palvelutoiminnalle näiden toimintojen työtuntimäärien mukaisessa suhteessa.

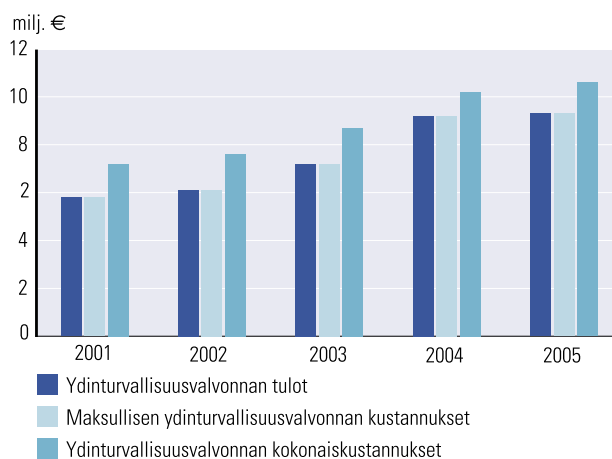
Maksullisen ydinturvallisuusvalvonnan kustannukset vuonna 2005 olivat 9,3 milj. euroa. Ydinturvallisuusvalvonnan kokonaiskustannukset olivat 10,6 milj. euroa. Siten maksullisen toiminnan osuus oli 88 %.



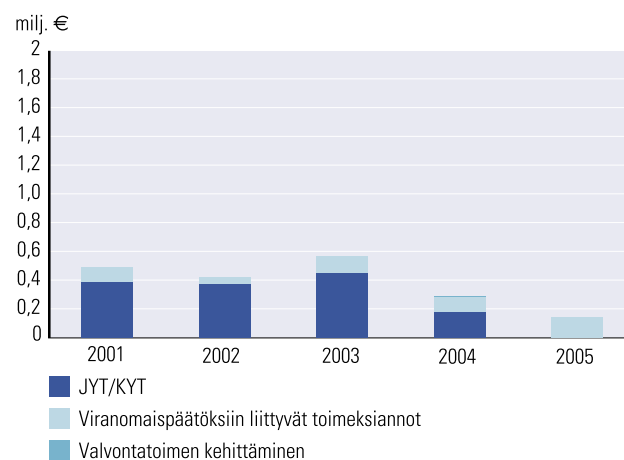
**Kuva 14.** Ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.

Vuonna 2005 ydinturvallisuusvalvonnasta kertyneet tulot olivat 9,3 milj. euroa. Tuloista 1,7 milj. euroa kertyi Loviisan ja 7,0 milj. euroa Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden valvonnasta. Olkiluodon laitoksen valvonnasta kertyneet tulot sisältävät käynnissä olevien laitosyksiköiden lisäksi uuden ydinvoimalaitoshankkeen valvonnasta kertyneet tulot. Posiva Oy:n toiminnan valvonnasta kertyi 0,7 milj. euroa. Kuvassa 13 esitetään ydinturvallisuusvalvonnan vuosittaiset tulot ja kustannukset vuosilta 2001–2005.

Loviisan ydinvoimalaitoksen valvontaan käytettiin 9,2 henkilötyövuotta, joka on 9,1 % ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön kokonaistyöajasta. Olkiluodon käynnissä olevien laitosyksiköiden valvontaan käytettiin 10,6 henkilötyövuotta, joka on 10,4 % kokonaistyöajasta. Luvut sisältävät



**Kuva 13.** Ydinturvallisuusvalvonnan tulot ja kustannukset.



**Kuva 15.** Ydinjätehuoltoa ja ydinsulkuvalvontaa koskevien tutkimusten ja toimeksiantojen kustannukset.

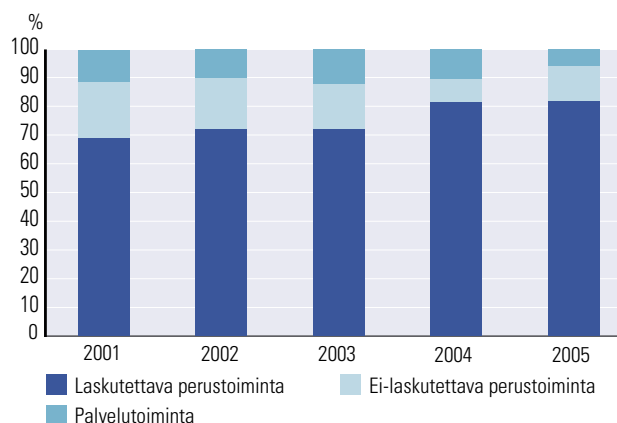
**Taulukko III.** Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön työajan (htv) jakautuminen eri tehtäväalueille.

Tehtäväalue	2001	2002	2003	2004	2005
Laskutettava perustoiminta	26,3	27,6	29,2	44,7	47,1
Ei-laskutettava perustoiminta	7,4	6,9	6,4	5,1	7,2
Palvelutoiminta	4,4	3,8	4,9	5,1	3,3
Säännöstötyö ja tukitoiminnot	28,5	27,1	28,2	22,7	27,5
Lomat ja poissaolot	16	16,2	15,9	16,9	16,9
Yhteensä	82,6	81,6	84,6	94,5	101,9

ydinvoimalaitosten käytön valvonnan lisäksi ydinmateriaalien valvonnan. Olkiluoto 3:n valvontaan käytettiin 23,8 henkilötyövuotta eli 23,3 % kokonaistyöajasta. Ydinjätehuollon valvontaan käytetty työaika oli 3,7 henkilötyövuotta. FiR 1 -tutkimusreaktorin valvontaan käytettiin 0,07 henkilötyövuotta ja ydinaineiden pienkäyttäjien valvontaan 0,08 henkilötyövuotta.

STUK tilaa tarvittaessa valvonnan tueksi riippumattomia arviointoja ja analyysejä. Kuvissa 14 ja 15 esitetään tilauksista aiheutuneet menot vuosina 2001–2005. Ennen vuotta 2005 menoissa näkyy valvonnan teknisen tuen toimeksiantojen lisäksi kansallisen ydinturvallisuustutkimuksen menoja. Vuoden 2005 menot liittyivät lähinnä rakenteilla olevan laitosesikön vertailuanalyysiin ja riippumattomiin arviointeihin. Liitteessä 7 esitetään STUKin rahoittamat, vuonna 2005 valmistuneet toimeksiannot.

Ydinturvallisuusvalvontaa tekevän henkilöstön vuosittaisen työajan jakautuminen eri tulosalueille esitetään taulukossa III. Kuvassa 16 esitetään päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen vuosina 2001–2005.

**Kuva 16.** Päätoimintoihin käytetyn työajan jakautuminen.



## 8 Valmiustoiminta

*Tuulikki Sillanpää*

STUKissa pidettiin useita koulutustilaisuuksia ja harjoituksia STUKin valmiustoiminnan kehittämiseksi ja testaamiseksi. Oman onnettomuusvalmiuden lisäksi STUK valvoo ydinvoimalaitosten käyttöorganisaatioiden valmiutta toimia poikkeavissa tilanteissa. Vuoden 2005 aikana ei ollut tilanteita, jotka olisivat vaarantaneet väestön tai ympäristön säteilyturvallisuutta ja antaneet aiheutta ryhtyä suojelutoimiin.

Suomenlahden meriveden merkittävä pinnan nousu 9.1.2005 aiheutti varautumistilan Loviisan voimalaitoksella. Laitos teki tilanteen edellyttämät ilmoitukset STUKille ja käynnisti oman valmiusorganisaationsa toiminnan. STUKin valmiusorganisaatio kutsuttiin osittain koolle STUKin valmiuskeskukseen seuraamaan tilannetta ja sieltä oltiin yhteydessä Loviisan voimalaitokselle sekä keskeisiin viranomais- ja yhteistyötahoihin. STUKista lähetettiin tiedotteita kotimaisille viranomaisille ja tiedotusvälineille. Meriveden pinnan nousun ei havaittu aiheuttaneen vuotoja laitostiloihin tai muita laitoksen turvallisuutta vaarantavia ilmiöitä ja molemmat laitossyksiköt toimivat normaalisti. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0. Tarkempi tekninen kuvaus tilanteesta esitetään liitteessä 3.

Ydinvoimalaitosten valmiustoimintaa on laitosten käytön aikana jatkuvasti kehitetty ja toimintaa testattu säännöllisesti valmiusharjoituksissa, jotka ovat osa laitosten valmiuskoulutusta. Voimayhtiöissä järjestettävä muu valmiuskoulutus sisältää sekä käytännön harjoituksia säteilymittauspartioille, onnettomuusnäytteenottoa ja näytteiden mittaamista, onnettomuustilanteen arviointia että valmiusohjeiden läpikäyntiä ja kehittämistä seminaareissa. STUK on hyväksynyt Loviisan ja Olkiluodon laitosten valmiussuunnitel-

mat ja tarkastaa vuosittain valmiusjärjestelyiden toteutusta mukaan lukien koulutuksen ja harjoitukset.

Vuonna 2005 järjestettiin kaksi Suomen ydinvoimalaitoksia koskevaa valmiusharjoitusta. Olkiluodon ydinvoimalaitosta koskevaan 8.11.2005 pidettyyn pelastustoimintaharjoitukseen ”OLKI 05” osallistui noin 20 kotimaista viranomais- ja yhteistyötahoa, tiedotusvälineitten edustajia sekä pohjoismaisia ydinturvallisuus- ja säteilysuojeluviranomaisia. Harjoituksen päivää ja alkamisajankohtaa ei ilmoitettu osallistujille etukäteen. Harjoituksessa testattiin toiminnan käynnistämistä, viranomaisien välistä yhteistoimintaa, tilannekuvan muodostamista ja tiedon välittämistä väestölle ja tiedotusvälineille. Myös Satakunnan pelastustoimialueen pelastussuunnitelmia, toimintaa ja johtamisjärjestelyjä testattiin. STUKin valmiustoiminta käynnistettiin harjoituksessa täysimittaisesti. STUKista harjoitukseen osallistui yli 90 henkilöä.

Loviisan voimalaitoksen vuotuinen valmiusharjoitus oli 23.11.2005 ja siihen osallistui voimalaitoksen valmiusorganisaatio ja osa STUKin valmiusorganisaatiosta. Harjoituksessa testattiin mm. tilannekuvan muodostamista ja ylläpitoa sekä yhteistoimintaa voimalaitoksen ja STUKin välillä.

Molemmilla voimalaitoksilla järjestetään vuosittain paloharjoituksia, joihin osallistuu laitospalokunnan lisäksi ympäristökuntien pelastuslaitoksia. Paloharjoitukset järjestettiin Loviisan voimalaitoksella 25.5.2005 ja Olkiluodon voimalaitoksella 21. ja 28.11.2005.

STUK osallistui vuoden 2005 aikana myös kansainvälisiin, ydinvoimalaitoksia koskeviin valmiusharjoituksiin. Kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n ConvEx 3 -harjoitukseen osallistui

noin 60 maata 11.–12.5.2005. Harjoituksen kuvitteellisena onnettomuusmaana oli Romania. STUK vastaanotti harjoituksen aikana viestejä ja seurasi onnettomuustilannetta sekä välitti aktiivisesti tietoa onnettomuuden kehittymisestä ja radioaktiivisten aineiden kulkeutumisesta Euroopan komissiolle RESPEC-sopimuksen mukaisesti.

Kuolan ydinvoimalaitoksen valmiusharjoitus järjestettiin 6.–8.9.2005. Osa STUKin valmiusorganisaatiosta osallistui harjoitukseen Suomessa. STUKin edustajia oli seuraamassa harjoituk-

sen kulkua myös Kuolan ydinvoimalaitoksella ja Moskovassa.

OECD-maiden ydinenergiajärjestön organisoinnissa INEX 3 -harjoitussarjassa on aiheena säteilytilanteen myöhäisvaiheen toimenpiteet laskeumatilanteessa. Suomessa ensimmäinen harjoitus järjestettiin kahdessa vaiheessa 13.1.2005 ja 8.2.2005. Osa STUKin valmiusorganisaatiosta osallistui harjoitukseen yhdessä 25 kotimaisen yhteistyötahon kanssa.

## 9 Viestintä

*Risto Isaksson*

STUK teki vuonna 2005 neljä lehdistötiedotetta ydinturvallisuusvalvonnan asioista. Tammikuun alussa (9.1.2005) tehtiin kaksi tiedotetta, joissa kerrottiin Suomenlahden poikkeuksellisen korkealla olleen vedenpinnan aiheuttamasta varautumistilanteesta Loviisan ydinvoimalaitoksella ja varautumistilanteen purkamisesta. Tammikuun puolivälissä (14.1.2005) julkaistun lehdistötiedotteen aihe oli STUKin kauppa- ja teollisuusministeriölle antama lausunto ja turvallisuusarvio uuden ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksesta. Toukokuussa (15.5.2005) kerrottiin lehdistötiedotteella edellisenä päivänä tapahtuneesta sähkökatkoksesta Olkiluoto 1:llä.

Ydinmateriaalivalvonnan asioista julkaistu lehdistötiedote kertoi (4.2.2005), että Suomen rajoilta ei vuonna 2004 löydetty yhtään säteilevää kuljetusta.

Tiedotteet lähetettiin tiedotusvälineille ja yhteistyökumppaneille ja julkaistiin STUKin verkkosivuilla. Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten vuosihuolloista kerrottiin STUKin verkkosivujen uutispalstalla.

STUKin tiedotteet eivät aiheuttaneet suuria uutisia, mutta STUK ja sen työntekijät esiintyivät muutamaan otteeseen tiedotusvälineissä ydinturvallisuuteen liittyvissä asioissa. STUKin antama lausunto ja turvallisuusarvio uudesta ydinvoimalaitoshankkeesta huomattiin tiedotusvälineissä tammikuun lopussa. Otsikoihin Olkiluodon uusi ydinvoimalaitos nousi varsinaisesti helmikuussa (17. ja 18.2.2005), kun hallitus oli myöntänyt laitokselle rakentamisluvan. Näissä uutisissa viitattiin STUKin asiantuntijuuteen ja STUKin antamaan lausuntoon.

Kesän ja syksyn kuluessa tiedotusvälineet seurasivat Olkiluoto 3:n rakennustöiden sujumista ja viivästymistä. Joissakin uutisissa viitattiin STUKiin valvovana viranomaisena ja haastateltiin STUKin asiantuntijoita. Uutisissa pohdittiin myös viranomaisvalvonnan vaikutusta laitoksen rakentamisaikatauluun. Kirjoittelu oli STUKin kannalta neutraalia ja STUKin tehtävän ja asiantuntemuksen tärkeyttä korostavaa.

STUKin asiantuntijoiden mielipidettä pyydettiin kesäkuussa 2005 Ruotsissa uutiskynnyksen ylittäneestä tapauksesta, jossa Forsmarkin radioaktiivisten jätteiden varastossa jätepakkaukset olivat kastuneet ja valumavesissä oli mitattu kohonneita radioaktiivisuusarvoja. Joulukuussa toimittajat kysyivät STUKilta tietoja, kun Greenpeace tiedotti venäläisten kuljettavan laittomasti ydinjätteitä Suomenlahdella. Joulukuussa tiedotusvälineissä oli esillä myös Sosnovy Borin ydinvoimalaitoksen lähistöllä olevassa lievästi radioaktiivisen jätteen sulatuslaitoksessa tapahtunut onnettomuus.

Lehdistötiedotteiden lisäksi Suomen ydinvoimalaitosten käyttöä ja käyttötapauksia selvitettiin neljännesvuosittaisissa Ydinturvallisuusraporteissa, jotka toimitettiin tiedotusvälineille ja sidosryhmille. Raportit julkaistiin myös STUKin verkkosivuilla.

Vuonna 2005 STUK järjesti toimittajille toisen ”Säteilyn salat” -kurssin, jonka aiheena oli säteily- ja ydinturvallisuuden perusteet. Kurssin osallistujat vierailivat Olkiluodon ja Leningradin voimalaitoksilla. Leningradin vierailun yhteydessä kurssilaiset kävivät Virossa tutustumassa Sillamäen radioaktiivisen jätteen kaatopaikkaan. Kurssille osallistui 19 toimittajaa.

## 10 Kansainvälinen yhteistyö

*Juhani Hyvärinen, Kaisa Koskinen, Pentti Koutaniemi, Elina Martikka, Matti Ojanen, Rainer Rantala, Esko Ruokola, Pekka Salminen, Seija Suksi, Arja Tanninen, Kirsti Tossavainen, Olli Vilkamo*

### 10.1 Kansainväliset sopimukset

#### Kansainvälinen ydinturvallisuussopimus

Kansainvälinen ydinturvallisuussopimus edellyttää, että sopimukseen liittyneet valtiot laativat kolmen vuoden välein kansalliset raportit sopimuksen vaatimusten täyttymisestä. Raportit arvioidaan osapuolten yhteisessä kokouksessa. Vuonna 2005 osapuolet kokoontuivat jo kolmannen kerran yhteiseen arviointikokoukseen. Kolmanteen tarkastuskokouksen osallistui sopimuksen 55 osapuolesta 50, ja lisäksi uutena ratifioijana Intia.

Kokouksessa kiinnitettiin erityisesti huomiota tärkeisiin ajankohtaisiin aiheisiin, joita ovat energiamarkkinoiden vapautumisen tuomat haasteet turvallisuusvalvonnalle, tiedon hallinta sekä sukupolven vaihdos ydinenergia-alalla, ydinvoimalaitosten ikääntymisen hallinta, kansallisten energiastrategioiden vaikutukset alan kehitykseen, ydinterrorismi ja tutkimusreaktoreiden valvonta. Kokouksen päähuomio oli turvallisuuden infrastruktuuri ja viranomainen. Muita käsiteltyjä aiheita olivat taloudelliset ja inhimilliset resurssit, turvallisuuden asettaminen etusijalle, inhimilliset tekijät, turvallisuusanalyysit, valmiusasiat, säteilysuojelu sekä ydinvoimalaitosten suunnittelu rakentaminen ja käyttö.

Suomen raportti (STUK-B-YTO 234) sai hyvän vastaanoton eikä raportin ja käsittelyn perusteella todettu puutteita, jotka olisivat edellyttäneet Suomelta erityistä lisäraportointia seuraavalle, vuonna 2008 kokoontuvalle kokoukselle. Seuraavassa kokouksessa Suomen odotetaan raportoivan mm. Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten muutostöistä, Loviisan laitoksen käyttöluvan uudistamisesta sekä uuden laitosisikön rakentamisesta. Näiden lisäksi mielenkiintoa herättäneitä kehittyviä alueita ovat ydinturvallisuus-

teen liittyvän tietotaidon ylläpito ja kehittäminen, ydinlaitosten ikääntymisenhallinta, turvallisuuskulttuurin vahvistaminen, ainetta rikkomattomien tarkastusmenetelmien pätevointijärjestelmä ja riskitietoisien valvonnan kehittäminen.

Kokouksessa käytiin laaja keskustelu sopimusmenettelyjen kehittämisestä. Kokouksessa sovittiin menettelyistä, joilla pyritään parantamaan tarkastuskokousten tehokkuutta.

#### Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus

Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus edellyttää kolmen vuoden välein laadittavan selonteon esittämistä sopimuksen velvoitteiden täyttämistä. STUK vastasi Suomen toisen maaraportin laadinnasta, ja se toimitettiin sopimuksen sihteeristönä toimivalle IAEA:lle sovittuun aikataulun mukaisesti lokakuussa 2005 (STUK-B-YTO 243). Ensimmäinen vastaava selonteko laadittiin vuonna 2003. Toinen raportti tarkastetaan kansainvälisessä sopimusosapuolten kokouksessa Wienissä keväällä 2006.

### 10.2 Yhteistyö kansainvälisissä organisaatioissa ja kahdenvälinen yhteistyö

#### IAEA-yhteistyö

IAEA jatkoi ydinturvallisuutta koskevan säännöstönsä (entinen ns. NUSS-ohjeisto) uusimista. STUK valmisti IAEA:lle Suomelta pyydettyjä lausuntoja ohjeluonnoksista. STUKista osallistuttiin myös ohjeluonnoksien valmistelutyöryhmien työhön. STUKin edustaja jatkoi NUSSC-komitean (nuclear safety) puheenjohtajana. STUKin

edustajat toimivat myös WASSC- (waste safety), TRANSSC (transport safety) ja RASSC- (radiation safety) komiteoissa.

STUK toimi Suomen yhteysorganisaationa seuraavissa IAEA:n ylläpitämissä ydinalan tiedonvaihtojärjestelmissä:

- Ydinvoimalaitostapahtumien raportointijärjestelmä (IRS, Incident Reporting System)
- Tutkimusreaktoritapahtumien raportointijärjestelmä (IRSRR, Incident Reporting System for Research Reactors)
- Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusluokitus (INES, International Nuclear Event Scale)
- Sähköä tuottavien reaktorilaitosten informaatijärjestelmä (PRIS, Power Reactor Information System)
- Polttoainekiertoa koskeva tietokanta (NFCIS, Nuclear Fuel Cycle Information System)
- Jätetietokanta (NEWMDB, Net enabled Waste Management Database)
- Saastuneiden alueiden tietokanta (DRCS, Directory for Radioactively Contaminated Sites)
- Radioaktiivisten aineiden laitonta kauppa koskeva tietokanta (ITDB, Illicit Trafficking Database)
- Radioaktiivisten aineiden kuljetustapahtumia koskeva tietokanta (EVTRAM, Events that have arisen during the Transport of Radioactive Material).

STUKin pääjohtaja toimi kansainvälisen ydinturvallisuusryhmän INSAG:n varapuheenjohtajana. Ryhmä neuvoo ja avustaa IAEA:n pääjohtajaa ydinturvallisuuskysymyksissä ja antaa IAEA:n jäsenmaita koskevia suosituksia ydinturvallisuuden kehittämiseksi.

Vuonna 1988 käynnistetty IAEA:n ydinsulkuvalvonnan tukiohjelma jatkui vuonna 2005. Ohjelmaa rahoittaa ulkoasiainministeriö ja sen koordinoinnista ja hankkeiden toteuttamisesta vastaa STUK. Ohjelman tavoitteena on IAEA:n valvontamenetelmien kehittäminen, tarkastajien koulutus ja asiantuntija-apu. Vuonna 2005 tärkein hanke oli valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan toimeenpanoon liittyvän kahden koulutustilaisuuden järjestäminen Suomessa.

STUKin edustaja osallistui IAEA:n asiantuntijana ydinturvallisuusviranomaisten käyttöön tar-

koitetun ydinlaitosturvallisuutta kuvaavan tunnuslukujärjestelmän kehittämiseen.

STUKin edustaja osallistui myös IAEA:n asiantuntijana ryhmään, jonka tarkoituksena oli luoda Incident and Emergency Centerille (IEC) eri kanavia (NEWS, ENAC, ITDB, tiedotusvälineet) toimittavien tapahtumatietojen käsittelyprosessi.

### OECD/NEA-yhteistyö

STUK oli edustettuna kaikissa säteily- ja ydinturvallisuutta käsittelevissä OECD:n pääkomiteoissa. Pääkomiteoiden toimialat ovat

- turvallisuustutkimus (CSNI, Committee on the Safety of Nuclear Installations),
- ydinturvallisuusvalvonta (CNRA, Committee on Nuclear Regulatory Activities),
- säteilyturvallisuus (CRPPH, Committee on Radiation Protection and Public Health) ja
- ydinjätehuolto (RWMC, Radioactive Waste Management Committee).

STUKin pääjohtaja toimi CNRA-komitean puheenjohtajana.

STUK osallistui myös CNRA:n ja CSNI:n työryhmien toimintaan. CNRA-työryhmien toimialat olivat

- viranomaisten tarkastuskäytännöt (WGIP, Working Group on Inspection Practices)
- ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut (Joint CNRA/CNSI/TGSP, Task Group on Safety Performance Indicators)
- tiedotustoiminta (WGPC, Working Group on Public Communication of Nuclear Regulatory Organisations)
- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience)

CSNI:n työryhmien toimialat olivat

- ydinvoimalaitosten käyttökokemukset (WGOE, Working Group on Operating Experience)
- ydinvoimalaitosten laitteiden ja rakenteiden eheys (IAGE, Working Group on Integrity of Components and Structures)
- ydinvoimalaitosonnettomuuksien analysointi ja hallinta (GAMA, Working Group on Accident and Analysis)
- ydinvoimalaitosten riskien arviointi (WGRISK, Working Group on Risk Assessment)

- inhimilliset ja organisatoriset tekijät (SEGHO, Special Expert Group on Human and Organisational Factors)
- ydinpolttoaineen turvallisuusmarginaalit (SEGFSM, Special Expert Group on Fuel Safety Margins).

Lisäksi STUK osallistui RWMC:n turvallisuuspe-  
rustelutyöryhmän (IGSC, Integration Group for  
the Safety Case) toimintaan.

### EU-yhteistyö

Kauppa- ja teollisuusministeriön pyynnöstä STUK osallistui työryhmän Working Party on Nuclear Safety (WPNS) toimintaan. Työryhmän tehtävänä on tuottaa kannanotto Atomiasian työryhmälle (Working Party on Atomic Questions) ja edelleen Euroopan Unionin Neuvostolle. Kyseessä on jatkoselvitystyö, jota Neuvosto edellytti keskeyttäessään komission ehdottaman ydinturvallisuuspaketin käsittelyn. Työ jatkuu vuoden 2006 loppuun saakka.

STUK osallistui EU:n viranomaisyhteistyöhön NRWG (Nuclear Regulators Working Group) ja CONCERT (Concertation on European Regulatory Tasks) -työryhmissä. Euroopan komission toimesta molempien työryhmien toiminta lakkautettiin vuonna 2005. Komission suunnitelmissa on perustaa uudet työryhmät vuoden 2006 aikana. STUK osallistui NRWG:n turvallisuuskriittistä ohjelmistoa käsittelevään työryhmään, joka jatkaa tehtävänsä WENRAn puitteissa. Ryhmä kokoaa EU-viranomaisten yhteiset näkemykset turvallisuuskriittisten ohjelmistojen vaatimuksista.

STUK osallistui Euroopan komission säteily-suojelun säännöstötyössä neuvoa-antavan A31-asiantuntijaryhmän työhön.

STUKin asiantuntija osallistui Euroopan komission radioaktiivisten aineiden kuljetusasioita käsittelevän pysyvän työryhmän työhön.

Komission ydinmateriaalivalvonnan uudistaminen alkoi viisi vuotta sitten. Ulkopuolisista asiantuntijoista koottu ryhmä esitti suosituksensa komission valvonnan uudelleen organisoimiseksi. Tavoitteena oli uudistaa komission valvontatoimet vastaamaan laajentuneen EU:n ja ydinalalla tapahtuneiden muutosten vaikutukset Euratomin ydinmateriaalivalvontaan ottaen huomioon myös teknologian kehitys. Toissijaisena tavoitteena oli

mukauttaa komission ydinmateriaalivalvonta palvelemaan paremmin IAEA:n vahvistettua valvontaa. Vuoden 2005 aikana komissio on esittänyt jäsenvaltioille uudet valvontamallit. Iso-Britannian EU-puheenjohtajuuskauden yksi tärkeä tehtävä oli edistää komission uusien valvontapiirteiden voimaansaattamista. Komission uusista valvontapiirteistä keskusteltiin neuvoston atomiasioden työryhmässä (AQG) sekä Iso-Britannian koollekutsumassa asiantuntijakokouksessa Lontoossa. STUKin asiantuntija on osallistunut em. kokouksiin. Joulukuussa Atomiryhmä valmisteli asiakirjan ”New Framework for Euratom Safeguards”, jonka pohjalta komission ydinmateriaalivalvonnan uudelleenorganisointi jatkuu AQG:n asiantuntijakokouksissa.

Ydinmateriaalien valvonnan alueella STUK osallistui European Safeguards R&D Associationin (ESARDA) toimintaan. ESARDA:n tehtävänä on edistää ja harmonisoida ydinmateriaalien valvonnan eurooppalaista tutkimus- ja kehitystyötä. ESARDA tarjoaa foorumin tietojen ja ajatustenvaihtoon viranomaisille, tutkijoille ja ydinlaitosten käyttäjille.

STUK osallistui Euroopan Unionin rahoittamaan Itä-Euroopan kansallisia viranomaisorganisaatioita ja niiden tukioorganisaatioita tukevaan Phare- ja Tacis-yhteistyöhön. Tämä yhteistyö kattoi osallistumisen koordinoivan Regulatory Assistance Management Groupin (RAMG) toimintaan ja moniin yksittäisiin hankkeisiin, joissa hyödynsäämaina olivat Bulgaria, Latvia, Liettua, Romania, Unkari, Ukraina ja Venäjä. Parissa hankkeessa hyödynsääjana oli Euroopan Komissio.

### NKS-yhteistyö

Pohjoismaisen ydinturvallisuusyhteistyön NKS:n nelivuotinen tutkimusohjelmakausi käynnistyi vuonna 2002. Ohjelman työtä johtaa kaksi ohjelmapäällikköä. STUKin asiantuntijat osallistuivat reaktoriturvallisuuden osahankkeisiin sekä valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työhön. STUKista on edustus NKS:n johtoryhmässä.

Reaktoriturvallisuuden hankekokonaisuudessa on hankkeita, jotka liittyvät Suomen julkisrahoitteiseen SAFIR-tutkimusohjelmaan. Valmius- ja ympäristöalueen ohjelman työssä on myös Suomelle tärkeitä painotuksia kuten valmiustilanteiden tiedonhallinnan ja yhteydenpitojärjestelmän kehittäminen.



Ohjelman sisältö palvelee kokonaisuudessaan hyvin pohjoismaisten viranomaisten yhteistyötä, mikä on NKS-työn pysyvä tavoite.

### **Kahdenvälinen yhteistyö eri maiden kanssa**

STUKin edustaja osallistui Ruotsin SKI:n tukena toimivan ydinturvallisuusneuvottelukunnan työhön jäsenenä. SKI:n edustaja oli puolestaan kutsuttuna asiantuntijana STUKin yhteydessä toimivassa ydinturvallisuusneuvottelukunnassa. SKI:n kanssa yhteistyötä jatkettiin säännöllisin tapaamisin, joissa keskusteltiin ajankohtaisista ydinvoimalaitosten turvallisuusvalvonnan, ydinjätehuollon ja ydinmateriaalivalvonnan kysymyksistä. Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen SSI:n kanssa jatkettiin tiedonvaihtoa säteilyannoksista, jotka suomalaiset olivat saaneet työskennellessään Ruotsin ydinvoimalaitoksilla ja ruotsalaiset Suomen ydinvoimalaitoksilla.

STUKin pääjohtaja toimi Belgian viranomaisvalvontaa tekevän organisaation tukena toimivan neuvottelukunnan puheenjohtajana sekä osallistui Liettuan ydinturvallisuusviranomaista tukevan, vastaavan neuvottelukunnan toimintaan pysyvässä jäsenenä.

Yhteistyö USA:n turvallisuusviranomaisen (USNRC) kanssa keskittyi tietojen vaihtoon kumpaakin osapuolta kiinnostavista ydinturvallisuusasioista. STUKin edustaja työskenteli puoli vuotta USNRC:llä vierailevana asiantuntijana. STUK osallistui LOCA- eli jäähdytteenmenetys-onnettomuustestestettä käsitteleviin kokouksiin, joita USNRC piti ANL:ssä (Argonne National Laboratory).

STUKin edustaja toimi jäsenenä Ranskan ydinturvallisuusviranomaisen (Autorité de Sûreté Nucléaire, ASN) pysyvänä neuvonantajana toimivassa Groupe Permanent des Reacteurs -ryhmään (GPR). GPR:n varsin lukuisista kokouksista STUKin edustaja osallistui sellaisiin, joissa käsiteltiin EPR-laitosta koskevia suunnitelmia. Tiedonvaihto on kaksisuuntaista: Suomessa hyödynnetään Ranskassa tehtäviä selvityksiä niiltä osin kuin tarkoituksenmukaista, ja samalla vietään Ranskaan tietoa suomalaisista selvityksistä ja niiden tuloksina tehdyistä toimenpiteistä.

STUK teki yhteistyötä Ranskan viranomaisen kanssa uuden laitoshankkeen suunnittelun ja rakentamisen valvonnassa. Tapaamisissa vaihdettiin tietoja suunnitteluratkaisuista, rakentamistilan-

teesta, rakentamisen valvonnasta, laitteiden ympäristökelpoisuudesta sekä lentokonetörmäysanalyysistä.

STUKin ja Venäjän ydinturvallisuusviranomaisen Federal Service for Ecological, Technological and Atomic Supervisionin (ent. Gosatomnadzor GAN) välinen yhteistyö ydinmateriaalien ja ydinjätteiden valvonnan alalla jatkui vuonna 1998 allekirjoitetun yhteistyöjärjestelyn perusteella. Yhteistyön aiheena oli erityisesti radioaktiivisten aineiden ja lähteiden valvonnan viranomaisohjeiden kehittäminen. Ydinaineiden ja radioaktiivisten aineiden kuljetussäännösten toimeenpanoa koskevaan yhteistyöhön osallistui Suomesta myös Liikenneministeriön edustajia. MOX-ydinpolttoaineen valmistuksen laadunvalvonnan ohjeisto oli aiheena yhdessä vuoden aikana järjestetyssä seminaarissa. Yhteistyöprojektissa suunnitellun käytetyn ydinpolttoaineen mittaussäätteen kokoonpano alkoi STUK:in verstaassa. Venäjän viranomaisen ja Rosenergoatomin edustajat tutustuivat laitehankkeen etenemiseen vieraillessaan STUKissa.

Australian viranomaisen (ASNO, Australian Safeguards and Non-proliferation Office) kanssa jatkettiin yhteistyötä ydinmateriaalivalvonnan alalla. STUK toimitti ASNO:lle sovitun käytännön mukaisesti tietoja Suomeen tuoduista, australia-laista alkuperää olevista ydinaineista.

### **Muu yhteistyö**

STUK osallistui EU-maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyöelimen WENRAn (Western European Nuclear Regulators' Association) toimintaan. Vuonna 2000 perustettiin ns. harmonisointityöryhmä kehittämään menetelmää ydinasteiden ydinturvallisuusvaatimusten laatimiseksi. Työryhmän loppuraportin suositusten mukaisesti aloitettiin vuoden 2003 alussa laaja ydinturvallisuus- ja ydinjätehuollon vaatimusten kehitysprojekti. Projektissa kehitettiin ydinturvallisuusvaatimukset 17 turvallisuusalueelle ja kahdelle ydinjätehuollon alueelle. Lisäksi selvitettiin vaatimusten toteutumistilanne 15:ssä työhön osallistuvassa maassa. STUK osallistui edelleen aktiivisesti harmonisointiprojektiin ja vuonna 2005 järjestettyihin työkokouksiin, joissa viimeisteltiin näitä ns. eurooppalaisia referenssivaatimuksia. Kokouksissa tarkastettiin myös jäsenmaiden itsearviointeja, joissa käytiin läpi kansallisten säännösten kattavuus vertailutasoon nähden ja vaatimusten

toteutuminen käytännössä. Ydinturvallisuusvaatimuksia koskevan työn loppuraportti valmistui marraskuussa 2005. STUK osallistui lisäksi WENRAn käytöstäpoisto- ja ydinjäteryhmän työhön, jonka tuloksena syntyi luonnos ydinlaitosten käytöstäpoiston ja ydinjätteen varastoinnin turvallisuusvaatimuksiksi.

VVER Regulators Forumin vuonna 2002 perustama riskityöryhmä piti viimeisen projektikokouksensa vuonna 2005 Bratislavassa. Työryhmään kuuluu kansallisia ydinturvallisuusviranomaisia VVER-laitoksia käyttävistä maista. Työryhmä vertaili VVER-laitosten todennäköisyyspohjaisten turvallisuusanalyysien (PSA, Probabilistic Safety Analysis) tuloksia, ulkoisen sähköverkon ja pienen jäähdytteenmenetyssonnettomuuden mallintamista ja tuloksia ja analysoi syitä eroavaisuuksiin. Työryhmä laati raportin VVER-laitosten riskiperustaisesta valvonnasta ja turvallisuuden hallintamenettelyistä. Vuonna 2005 osallistujat laativat yhteenvetoraportin VVER-laitoksiin PSA:n perusteella tehdyistä laitosmuutoksista. Työryhmä valmisti loppuraportin ja tulokset esiteltiin VVER Regulators Forumin kokouksessa Suomessa. Forum päätti jatkaa työryhmän toimintaa ja antoi työryhmän tehtäväksi jatkaa vertailujen tekemistä muille alkutapahtumille sekä selvittää analyyseissa olevien eroavaisuuksien syitä. Uusi

projekti kestää kolme vuotta. Vuonna 2004 aloitti toimintansa VVER-työryhmä, jossa selvitetään ydinvoimalaitosten käyttökokemuksista saatujen opetusten hyödyntämismenettelyjä. Vuonna 2005 aloitti toimintansa Automaatiotyöryhmä, jonka tavoite on koota kolmen seuraavan vuoden aikana raportti ohjelmoitavalla tekniikalla toteutetuista automaatiouudistuksista saaduista kokemuksista.

STUK osallistui NERS-työhön (Network of Regulators of Small Nuclear Programs). NERS on kanava, jonka kautta erityisesti Euroopan ulkopuolisten maiden, Argentiinan, Etelä-Afrikan ja Pakistanin ydinturvallisuusviranomaisille voidaan välittää tietoa samankokoisten ydinenergiaohjelmien parissa toimivien kollegoiden toimintatavoista ja kokemuksista. Vuoden 2005 aikana käsiteltiin mm. uusien ydinvoimalaitosten lisensointia, käyttökokemusten ja turvallisuusanalyysien hyödyntämistä sekä laadunhallintaa ja turvallisuuskulttuuria.

Ydinalan turvajärjestelyjen osalta STUK on osallistunut ENSRAn (European Nuclear Security Regulators Association) ja pohjoismaisen NORDFYSin (Fysiskt skydd i Nordisk kärnteknisk verksamhet) työhön.

STUK osallistui pohjoismaisen kuljetusasioita käsittelevään työryhmän (NORTRAM) työhön.

## 11 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

*Pekka Salminen*

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan tehtävänä on ydinenergialain (990/1987) 56 §:n mukaisesti ydinenergian käytön turvallisuutta koskevien asioiden valmistava käsittely. Neuvottelukunnan asettaa valtioneuvosto ja se toimii STUKin yhteydessä. Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Neuvottelukunta asetettiin 10.9.2003 ja sen toimikausi päättyi 9.9.2006.

Neuvottelukunnan puheenjohtajana toimi professori Pentti Lautala (TTY) ja varapuheenjohtajana tutkimuspäällikkö Rauno Rintamaa (VTT). Vuoden 2005 aikana jäseninä toimivat professori Riitta Kyrki-Rajamäki (LTY), johtaja Ulla Koivusaari (PIK), kehitysjohtaja Timo Okkonen (INSPECTA OY), erikoistutkija Ilona Lindholm (VTT), aluejohtaja Runar Blomqvist (GTK). Pysyvänä asiantuntijana toimi STUKin pääjohtaja, professori Jukka Laaksonen. Erikseen kutsuttuina asiantuntijoina toimivat TkT Antti Vuorinen ja Ruotsin ydinturvallisuusviranomaisen SKI:n johtaja Christer Viktorsson.

Vuoden aikana neuvottelukunnasta jäi pois johtaja Christer Viktorsson, kun hän siirtyi IAEA:n palvelukseen.

Neuvottelukunta kokoontui vuoden aikana

9 kertaa. Kokouksissa mm. valmisteltiin lausunto STUKille koskien uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamislupahakemusta sekä lausunnot kahdesta uusittavasta YVL-ohjeesta. Seitsemän muun YVL-ohjeluonnoksen lausunnon valmistelu käynnistettiin. Neuvottelukunta antoi lausuntonsa myös STUKin laatimasta luonnoksesta Suomen selonteoksi kansainvälisen ydinjätteitä koskevan yleissopimuksen täytäntöönpanosta.

Neuvottelukunta seurasi säännöllisesti Olkiluoto 3 -laitosyksikön rakentamisen edistymistä, käyvien ydinlaitosten käyttötapauksia ja osallistui vuotuisen ydinenergiaseminaarin järjestämiseen yhdessä ydinenergianeuvottelukunnan kanssa. Neuvottelukunta piti yhden kokouksen Olkiluodon ydinvoimalaitoksella ja tutustui erityisesti rakenteilla olevaan Olkiluoto 3 -laitosyksikköön.

Neuvottelukunta on perustanut valmistelevaa työtä varten kolme jaostoa, jotka ovat reaktorturvallisuusjaosto, ydinjätejaosto sekä valmius- ja ydinmateriaalijaosto. Jaostoihin on kutsuttu neuvottelukunnan varsinaisten jäsenten lisäksi oman alansa arvostettuja asiantuntijoita. Jaostot pitivät vuoden aikana yhteensä 4 kokousta.

# LIITE 1 Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut vuodelta 2005

*Seija Suksi*

YHTEENVETO TUNNUSLUKUIEN TULOXSISTA	62
Taustaa ja tarkoitus	62
Vuoden 2005 tunnuslukujen tulokset	63
Turvallisuus- ja laatukulttuuri	63
Käyttötapahtumat	65
Rakenteellinen eheys	67
Johtopäätökset vuoden 2005 tunnuslukujen tuloksista	68
JOHDANTO TUNNUSLUKUIEN MÄÄRITTÄMISELLE	72
TUNNUSLUVUT	73
A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri	73
A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen	73
A.I.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta	80
A.I.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys	81
A.I.4 Säteilysaltistus	83
A.I.5 Päästöt	85
A.I.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä	87
A.I.7 Laitoksen parantaminen	88
A.II Käyttötapahtumat	89
A.II.1 Tapahtumien määrä	89
A.II.2 Tapahtumien merkitys	91
A.II.3 Tapahtumien välittömät syyt	94
A.II.4 Palohälytysten määrä	95
A.III Rakenteellinen eheys	96
A.III.1 Polttoaineen tiiviys	96
A.III.2 Primääripiirin tiiviys	99
A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys	104

# Yhteenveto tunnuslukujen tuloksista

## Taustaa ja tarkoitus

STUKin ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujärjestelmän tarkoituksena on täydentää tarkastuksin ja turvallisuusarvioinnein tehtävää ydinvoimalaitosten turvallisuuden kokonaisarviointia. Tunnuslukujen avulla voidaan osoittaa seurattavien turvallisuustekijöiden säilyminen halutulla tasolla tai saada viitteitä niiden mahdollisista muutoksista lyhyellä ja pidemmällä aikavälillä. Tunnuslukujen heikentyessä selvitetään, onko laitosten toimintaa ja STUKin valvontaa kyseisellä alueella syytä tehostaa. Myös mahdollisesti tilanteen korjaamiseksi käynnistettyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta voidaan seurata tunnuslukujen välityksellä.

STUKin tunnusluvuille ei ole erikseen määritetty toimenpide- tai kynnysrajoja, vaan tavoitteena on tunnistaa turvallisuuteen vaikuttavien toimintojen kehityssuunnat mahdollisimman varhaisessa vaiheessa niin ydinvoimalaitoksen kuin myös STUKin toiminnassa. Lainsäädännössä, YVL-ohjeissa ja laitosten turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa asetettuja raja-arvoja sekä ydinvoimalaitosten valvontaosaston (YTO) omiin tulostavoitteisiin sisällytettyjä tavoitearvoja sovelletaan siellä, missä ne ovat käytettävissä.

STUKin tunnuslukujärjestelmä jakautuu kahteen pääryhmään: ydinlaitosten turvallisuutta kuvaaviin ulkoisiin tunnuslukuihin ja viranomais-toimintaa kuvaaviin sisäisiin tunnuslukuihin. Ydinlaitosturvallisuuden tunnusluvut jakautuvat kolmeen pääalueeseen; turvallisuus- ja laatu-kulttuuri, käyttötapahtumat sekä rakenteellinen eheys. Näillä kolmella pääalueella on yhteensä 14 tunnuslukualuetta, joilla yksittäisiä tunnuslukuja on 51 kappaletta.

Ydinvoimalaitosten valvontaosaston (YTO) laatukäsikirjan ohjeessa YTV 1.4 ”YTON tunnuslukujen laskenta, arviointi ja hyödyntäminen” määri-

tellään vastuut ja menettelyt YTON tunnuslukujen laskemiseksi, tunnuslukujen arvojen muutosten arvioimiseksi, raportoimiseksi ja hyödyntämiseksi. Ohjeen liitteessä 1 kuvataan YTON ulkoiset tunnusluvut (ydinlaitosturvallisuutta kuvaavat tunnusluvut), niiden määritelmät ja tietojen hankinta sekä kunkin tunnusluvun laskennasta vastuussa oleva henkilö (tunnusluvun vastuuhenkilö) sekä tunnuslukujärjestelmän ylläpitäjä. Tunnuslukujen määritelmät, graafit ja tulosten tulkinta on sisällytetty STUKin intranettiin YTON sivuille.

STUKin tunnusluvut kytkettiin mukaan vuoden 2003 alusta uudistettuun strategiaan. STUKin toiminnan vaikuttavuutta kuvaavista tunnusluvuista YTOa koskevat: työntekijöiden säteilyannokset, ydinlaitosten radioaktiiviset päästöt ja niistä aiheutuva väestön säteilyaltistus, turvallisuutta vaarantavat tapahtumat ydinlaitoksilla, ydinlaitosten onnettomuusriskiin vaikuttavien laitteiden kunto, YVL-ohjeiden ajantasaisuus, asiakasyytyväisyys sekä moitteiden määrä. Kolme vii-memainittua tunnuslukua kuvaavat YTON omaa toimintaa, ja ne on sisällytetty viranomaistoimintaa kuvaavaan tunnuslukualueeseen. STUK-tason strategiaan sisällytetyille laitosturvallisuutta kuvaavilla tunnusluvuilla on säännöksiin tai YTON itse asettamiin tulostavoitteisiin sisällytetyt kvantitatiiviset raja-arvot.

Kaikkien ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujen katsotaan kuvaavan ja mittaavan YTON toiminnan vaikuttavuutta. Niiden arvot päivitetään neljännesvuosittain ja poikkeamat sekä niiden syyt selvitetään välittömästi joko vastuuhenkilöiden toimesta tai otetaan laajemmin esille osasto- tai valvontakokouksissa. Vuosittain tehtävässä yhteenvedossa arvioidaan yksittäisten tunnuslukujen ja tunnuslukualueiden kehityssuuntia. Yhteenvetoa hyödynnetään yhdessä muiden arvioiden ja tarkastushavaintojen kanssa STUKin suo-

rittamassa ydinlaitosturvallisuuden kokonaisarviossa. Tunnusluvuista toimitettava vuosiyhteenveto liitetään osaksi kauppa- ja teollisuusministeriölle toimitettavaa ydinenergian käytön turvallisuusvalvonnan vuosiraporttia.

## Vuoden 2005 tunnuslukujen tulokset

### Turvallisuus- ja laatuksittuuri

Alueen tunnusluvuilla seurataan laitoksen kuntoa ja käyttöön osallistuvien eri organisaatioyksiköiden, kuten kunnossapidon, käytön ja säteilysuojelun, toiminnan onnistumista. Lisäksi seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen noudattamista sekä tunnistettuja tarvetiloja siitä poikkeamiseen. Alueeseen kuuluu myös tunnuslukuja, joilla seurataan laitoksen keskeisten asiakirjojen ajantasaisuutta laitosmuutosten jälkeen sekä laitoksen ylläpitoon ja perusparannuksiin käytettävien investointien suhteellista vaihtelua.

Kunnossapitotoimintaa arvioidaan laitosyksikökohtaisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden eli TTKE-laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden lukumäärien, ennakkohuolto- ja vikakorjaustöiden määrien ja suhteen, sekä tehokäytön aikaisten käyttörajoitustöiden lukumäärien, vikakorjauksiin käytetyn keskimääräisen ajan ja vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten perusteella. Lisäksi seurataan turvallisuustoimintojen toteuttamiseen käytettävien järjestelmien epäkäytettävyyttä.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä, johon kuuluvat sekä vikakorjaukset että ennakkohuollot, on Loviisassa ollut viime vuosina kasvussa. Vikakorjauksien lukumäärä oli vuonna 2005 pari vuotta sitten saavutetulla tasolla ja edelleen lievässä kasvussa. Ennakkohuoltotöiden lukumäärä oli matalampi kuin edellisenä vuonna, jolloin määrä oli huomattavan korkea. Ennakkohuoltotöiden ja vikakorjausten suhde jäi vuonna 2005 Loviisa 2:lla reilusti alle yhden (0,79). Laitoksen ennakkohuoltotöiden määrään vaikuttaa vuosihuoltoseisokkien pituuden mukaan määräytyvät ennakkohuollot. Ennakkohuoltojen määrä on suunnitellusti vähentynyt pitkällä aikavälillä. Ennakkohuolto-ohjelmien arviointia sekä kehittämistä jatketaan tulevaisuudessakin. Muutoksia tapahtuu jatkossa mm. käyttöön otettujen kunnonvalvontamittausmenetelmien johdosta.

Tehokäytön aikaisten vikakorjausten määrä on viime vuosina Loviisan laitoksella ollut lievässä kasvussa. Vuoden 2002 jälkeen tapahtuneeseen selkeään nousuun vikojen määrässä ei ole osoitettavissa yksikäsitteistä syytä. Yhtenä tekijänä voi olla muutos töiden kirjaustavoissa. Vikojen määrä on kuitenkin vaihdellut vastaavasti pitkällä aikavälillä. Vuonna 2005 kasvua oli vioissa, jotka aiheuttivat käyttörajoituksen laitetta erotettaessa korjaustyötä varten.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden keskimääräiset korjausajat ovat vuosien mittaan Loviisan laitostyöyksiköillä vaihdelleet vuorokaudesta reiluun kahteen. Keskimääräinen korjausaika Loviisan laitoksella oli laskussa jo toisena perättäisenä vuotena, ja vuonna 2005 se oli hieman yli 32 tuntia, mikä voi indikoida kunnossapitotoiminnan tehostumista. Johtopäätösten tekemistä vaikeuttaa, ettei tiedossa ole, millaiset viat olivat vallitsevana.

Olkiluodon laitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä on kahtena viime vuonna ollut nousussa, mihin vaikuttaa ennakkohuoltojen kasvava suuntaus. Ennakkohuoltojen jakautuminen laitosyksiköiden kesken määräytyy vuosihuoltoseisokkien pituuksien mukaan. Olkiluoto 2:n ennakkohuoltotöiden määrä oli vuonna 2005 huomattava, sillä yksiköllä tehtiin turbiinilaitoksen muutostöitä pitkän vuosihuoltoseisokin aikana. Vikakorjausten määrä laski hieman edellisvuodesta.

Tehokäytön aikaisten käyttörajoituksen aiheutaneiden vikojen määrä on Olkiluodon laitoksella ollut viime vuosina kasvussa. Vuonna 2005 määrä laski merkittävästi kahteen edellisvuoteen verrattuna. Vikojen määrän pienenemiseen voidaan arvioida vaikuttavan hieman Olkiluoto 2 -laitostyöyksikön pitkän huoltoseisokin ja siinä tehdyt korjaus- ja ennakkohuoltotyöt. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneita vikoja oli Olkiluoto 2:lla enemmän kuin vikoja, mitkä aiheuttavat käyttörajoituksen vasta laitetta erotettaessa korjausta varten.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vikojen keskimääräiset korjausajat ovat vuosien mittaan Olkiluodon laitosyksiköillä vaihdelleet neljästä tunnista puoleen vuorokauteen. Keskimääräinen korjausaika Olkiluodon laitoksella oli kasvussa toisena perättäisenä vuotena, ja vuonna 2005 se oli noin 8 tuntia. Tilanteen ar-



vioinnissa tulisi tietää yksityiskohtaisesti vikojen laatu, jotta muutoksesta voisi päätellä kunnossapidon tehokkuutta. Keskimääräinen korjausaika on kuitenkin vielä lyhyt, eikä se niin ollen aiheuta tarvetta toimenpiteisiin.

Vuonna 2005 vioista johtuvat tuotannonmenetykset sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla pysyivät pieninä. Loviisa 1:llä tuotannonmenetykset hieman nousivat vuosiin 2003 ja 2004 verrattuna ollen edelleen alhaisia, ja ne aiheutuivat erillisiin, toisistaan riippumattomiin laitteisiin ja järjestelmiin kohdistuneista vioista, jotka eivät olleet luonteeltaan poikkeuksellisia. Suurin, hieman alle 1 %:n tuotannonmenetys tapahtui Loviisa 1:llä, kun toinen generaattoreista laukesi pois käytöstä staattorin maasulkusignaalin vuoksi. Olkiluodon voimalaitoksen molempien laitosyksiköiden vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat laskeneet huomattavasti lähivuosista, ja vuonna 2005 ne olivat vain prosentin sadasosia. Tulos on hyvä ottaen huomioon, että Olkiluoto 2:n vuosihuollossa tehtiin mittavia muutostöitä, joista käytön alkuvaiheessa saattaa aiheutua uusia vikoja.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta seurattiin luvanhaltijoiden toimittamien kansainvälisten indeksien avulla. Loviisan voimalaitoksella seurattiin korkeapaineista hätäsisävesijärjestelmää, hätäsyöttövesijärjestelmää sekä varavoiomadieselgeneraattoreita ja Olkiluodossa suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää, apusyöttövesijärjestelmää sekä varavoiomadieselgeneraattoreita. Loviisan laitosyksiköillä turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyshavainnot laskivat tai pysyivät pieninä kaikkien seurattavien järjestelmien osalta. Hätäsyöttövesijärjestelmän piilevät viat tulivat kuitenkin esille riskimerkitykseltään keskikategoriaan luokiteltuina tapahtumina.

Olkiluodon laitoksella suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys laski Olkiluoto 2:lla edellisvuotisesta, mutta puolestaan kasvoi kertaluokalla Olkiluoto 1:llä. Apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi nousi vuoden 2004 hyvin alhaisista arvoista kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä edelleen normaalina pidettävälle matalalle tasolle. Varavoiomadieseiden epäkäytettävyys laski noin puoleen vuoden 2004 luvuista. Vuoden 2005 dieseiden epäkäytettävyys vastaa pitkän ajan keskiarvoa. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksien kasvuun Olkiluodon laitosyksiköillä vuonna 2005 vaikuttavat tekijät

eivät toistaiseksi ole tiedossa. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksiin vaikuttavat piilevät viat olivat vallitsevina riskimerkitykseltään keskikategoriaan luokitelluissa tapahtumissa.

Turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisia laitostilanteita oli vuonna 2005 neljä, jotka kaikki sattuivat Olkiluodon laitoksella. TTKE-poikkeamien määrä niin ollen on siellä nousussa, mutta toisaalta poikkeamista kaksi oli pidemmän aikavälin tilanteita, mitkä vasta nyt tulivat esiin valvutuneen toiminnan ansiosta. Vuosihuolloissa sattui kaksi TTKE:n vastaista tilannetta. Olkiluoto 1:llä havaittiin, että vuosihuolloista 1998 lähtien molemmilla laitosyksiköillä oli jouduttu nostamaan reaktoripainesäiliön kantta yli TTKE:n salliman nostokorkeuden. TTKE:n vastainen tilanne sattui myös Olkiluoto 2:n vuosihuoltoseisokissa muutostöiden yhteydessä (REMES-töissä), kun dieselvarmennetun kiskon sähkökatkon yhteydessä varavoiomadiesel ei käynnistynyt samanaikaisen koestuksen johdosta. Pidempään vallinnut tilanne oli dieseltilojen hiilidioksidisammutusjärjestelmän viikon välein tehtävän määräaikaiskoestusten tekemättä jättäminen myös vuodesta 1998 lähtien. Neljäs TTKE:n vastainen tilanne sattui kummallakin laitosyksiköllä, kun ulko-ovien uusimisen yhteydessä peitettiin dieselgeneraattorin ulko-oven yläpuolella oleva ilmanottoaukko.

Olkiluodon voimalaitoksella oli vuonna 2005 tarve yhdeksässä tapauksessa poiketa suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Lukumäärä on sama kuin edellisenä vuonna. Poikkeusluvista neljä koski laitosmuutosten tai perusparannusten aiheuttamia poikkeamia ja kaksi uuden laitoksen rakentamiseen liittyviä asennuksia. TTKE-poikkeusluvalla tehty merivesijärjestelmän pumppukuoppien korjaukset olivat riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä.

Loviisan laitoksella ei vuonna 2005 ollut tapahtumia, joiden johdosta laitosyksiköt olisivat olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa. Loviisan voimalaitoksen tarve poiketa suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista laski edelleen vuoden 2004 määrästä. Loviisan laitokselle myönnetty seitsemän poikkeuslupaa kohdistuivat pääosin muutos- ja parannustöistä aiheutuneeseen tarpeeseen poiketa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Loviisa 1:n automaatioturvallisuuden koetilojen ja päävalvomon ilmajääh-

dytysjärjestelmään kuuluvan ilmalauhduuttimen siirtäminen, mikä tehtiin STUKin myöntämällä poikkeusluvalla, oli Loviisan laitoksen riskin kannalta merkittävin tapahtuma. Myönnetty poikkeusluvat eivät antaneet aihetta turvallisuusteknisten käyttöehtojen uudelleenarviointiin.

Laitosdokumentaation ajantasaisuutta kuvaavalla tunnusluvulla esitetään Loviisan ja Olkiluodon vuosihuolloissa 2005 toteutettujen turvallisuuden kannalta merkittäviin tai laajoihin muutostöihin liittyvät asiakirjamuutokset, jotka tulee toteuttaa ennen laitoksen käynnistämistä kyseisestä vuosihuollosta. Laitosdokumentaatio oli Olkiluoto 2:n vuosihuollossa toteutettujen laitosmuutosten jälkeen saatettu käynnistykseen mennessä päivitettävien asiakirjojen osalta melko hyvin ajan tasalle. Puutteita havaittiin PI-kaavioiden päivityksissä. Olkiluoto 1:llä ei vuonna 2005 tehty merkittäviä muutostöitä. Loviisan laitoksella ei myöskään ollut seurantajaksolla muutostöitä, joita olisi seurattu.

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit -tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteellinen vaihtelu. Euromääräiset summat ovat voimayhtiöiden liiketietoa, jota ei julkaista tässä yhteydessä. Tunnusluku otettiin STUKin tunnuslukujärjestelmään vuonna 2000 indikoimaan mahdollisia sähkömarkkinoiden vapautumisen vaikutuksia investointihalukkuuteen. Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi laitosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojekteihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000. Vuoden 2005 investoinnit osoittavat Loviisan laitoksella laskevaa ja Olkiluodon laitoksella kasvavaa kehityssuuntaa. Loviisan laitoksen pääinvestointeja viime vuosina ovat olleet varautuminen vakaviin reaktorionnettomuuksiin ja turpiinin modernisointi. Merkittävin menneillään oleva laitosmuutoshanke Loviisan laitoksella on laitosyksiköiden automaation uusiminen. Olkiluodon laitoksen viime vuosien pääinvestointeja ovat olleet turbiinilaitoksen uusintaprojekti, mihin liittyy myös höyrynkuiivainten uusinta.

STUK pyrkii vaikuttamaan sekä suoraan että välillisesti ydinvoimalaitostyöntekijöiden sekä ympäristön asukkaiden päästöistä aiheutuneisiin säteilyannoksiin. Tähän kuuluu, että radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ovat myös pieniä ja huomattavasti alle asetettujen rajojen. Säteilysuojelun alueella tunnuslukuina seurataan työntekijöiden kollektiivista säteilyaltistusta, kym-

menen suurimman säteilyaltistuksen keskiarvoa ja YVL-ohjeen mukaista kollektiivisen säteilyannoksen laskennallisen raja-arvon noudattamista. Tunnuslukuina seurataan myös laitosten radioaktiivisia ilma- ja vesipäästöjä ja niiden perusteella laskettua ympäristön altistuneimman henkilön saamaa annosta.

Ilma- ja vesipäästöt Loviisan ja Olkiluodon laitoksilta pysyivät vuonna 2005 pieninä kuten myös ympäristön väestön päästöistä saama säteilyannos. Olkiluodon laitoksen jodi- ja aerosolipäästöt ilmaan osoittivat pientä kasvua. Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta hieman pienempiä sen laskettua vuonna 2004 matala-aktiivista jätevettä hallitusti uloslaskuna mereen. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästöt mereen ovat pienentyneet, koska laitos on ottanut käyttöön uusia prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistoja.

Työntekijöiden annokset alittivat henkilökohdaisen annoksen rajat Olkiluodon ja Loviisan laitoksilla. Olkiluodon voimalaitoksen kollektiivinen säteilyannos oli edeltäviä vuosia suurempi johtuen Olkiluoto 2:n pitkästä korjaus- ja huoltoseisokista. Loviisan laitoksen kollektiivinen säteilyannos oli pienempi kuin edellisvuonna. Siellä kuitenkin ylittyi edelleen ohjeessa YVL 7.9 asetettu nettosähkötehoon sidottu kollektiivisen annoksen laskennallinen raportointiraja, mihin vaikutti vielä Loviisa 1:n pitkässä vuosihuoltoseisokissa vuonna 2004 kertynyt annos.

### Käyttötapahtumat

Alueen tunnusluvuilla seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaan raportoitujen käyttötapahtumien määrää ja riskimerkitystä. Raportit luokitellaan tapahtumien luonteen tai ydinturvallisuusmerkityksen sekä välittömien syiden perusteella. Alueeseen kuuluvilla riskitunnusluvuilla seurataan laitteiden epäkäytettävyyden riskimerkitystä. Tunnusluvuilla saadaan viitteitä laitoksen käyttötoiminnasta ja käyttökokemustoiminnan onnistumisesta. Tarkastelemalla alueen tunnuslukuja yhdessä edellisen alueen tunnuslukujen kanssa, kuten TTKE-poikkeamat, turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys, TTKE-laitteiden viat ja vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset, saadaan lisätietoa näihin liittyvistä laitteiden suunniteltujen ja suunnittelemattomien epäkäytettävyyksien merkittävyydestä.

Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten käyttöta-

pahtumien määrät olivat vuonna 2005 viime vuosien keskimääräisellä tasolla. Loviisan voimalaitoksella oli yhdeksän tapahtumaa, joista toimitettiin käyttötapahtumaraportti. Käyttöhäiriöt aiheutuivat tyypillisesti pääkiertopumppujen toiminnassa tapahtuneista häiriöistä. Erikoisraportoituja tapahtumia oli Loviisan laitoksella yksi, mikä liittyi korkean meriveden pinnan aiheuttamaan varautumistilanteeseen. Olkiluodon laitoksen käyttötoiminnan puutteet näkyvät erikoisraportoitujen tapahtumien perussyinä. Erikoisraportoituja tapahtumia oli Olkiluodossa kuusi. Käyttöhäiriöraportoituja tapahtumia oli Olkiluodon laitoksilla myös kuusi. Olkiluodon voimalaitoksen yhteensä 12 tapahtuman välittömät syyt painottuvat omassa toiminnassa esiintyviin virheisiin. Ainoastaan yhdessä tapahtumassa syynä oli tekninen vika.

Merkittävistä tapahtumista, kuten laitevioista, ennakkohuolloista ja käyttöehdoista poikkeamisista, aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin ylitti vuonna 2005 STUKin sille asettaman 5 % tavoitearvon Olkiluodon molemmilla laitostyksiköillä johtuen osin suunnitelluista, STUKin poikkeusluvilla tehdyistä kertaluoteisista korjaustoista sekä turvallisuusjärjestelmien ja hätä dieselgeneraattori-järjestelmän piilevistä laitevioista. Tavoitetason ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

Tapahtumien riskimerkitystä kuvaamaan otettiin vuonna 2003 uusia tunnuslukuja. Tätä varten tapahtumat jaetaan kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Jokaisen ryhmän tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkityksen perusteella kolmeen luokkaan, ja tunnuslukuna on kuhunkin luokkaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä. Vuoden 2005 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Riskin kannalta merkittävien tapahtumien lukumäärät osoittivat sekä Loviisassa että Olkiluodossa laskua edellisvuotisesta. Merkittävimmät tapahtumat liittyivät kummallakin laitoksella TTKE-poikkeusluvilla tehtyihin muutos- tai parannustöihin. Loviisan laitoksen merkittävin tapahtuma oli automaattiorakennusten rakentamisen vaatima valvomorakennuksen koetilojen ja päävalvomon ilmajäähdytysjärjestelmään kuuluvan il-

malauhduttimen siirtäminen turbiinihallin seinän viereltä turbiinihallin katolle. Muut tapahtumat Loviisan laitoksella liittyivät piileviin vikoihin Loviisa 1:n sivumerivesijärjestelmässä ja Loviisa 2:n hätäsyöttövesijärjestelmässä. Korkeimpaan riskiluokkaan kuuluvia tapahtumia Loviisan laitoksella oli neljä; Loviisa 1:llä ne olivat suunniteltuja laitteiden epäkäytettävyyksiä ja Loviisa 2:lla vikojen aiheuttamia epäkäytettävyyksiä.

Olkiluodon laitoksen merkittävimmät tapahtumat liittyivät molemmilla laitostyksiköillä STUKin poikkeusluvalla tehtyihin merivesijärjestelmän pumppukuoppien korjauksiin. Muut tapahtumat Olkiluodon laitoksella liittyivät suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän, apusyöttövesijärjestelmän ja hätä dieselgeneraattoreiden piileviin vikoihin. Korkeimpaan riskiluokkaan kuuluvia tapahtumia oli Olkiluodon laitoksella kuusi, joista neljä oli vikojen aiheuttamia ja kaksi suunniteltuja epäkäytettävyyksiä.

Riskimerkitykseltään keskimmaiseen luokkaan kuuluvien tapahtumien lukumäärä Loviisassa oli edellisvuotista korkeampi; kolmesta tapahtumaa, joissa epäkäytettävyydet aiheutuivat laitteiden vioista. Olkiluodossa lukumäärä oli samalla tasolla kuin edellisvuonna; kaksikymmentäkolme tapahtumaa. Olkiluodon laitoksen tapahtumat aiheutuivat pääosin laitteiden suunnitelluista epäkäytettävyyksistä, mihin kuuluvat poikkeusluvalla tehtävät laitteiden erotukset sekä ennakkohuollot. Tapahtumat jakautuivat melko tasaisesti laitostyksiköiden kesken.

Riskin kannalta vähämerkityksellisimpään luokkaan kuuluvien analysoitujen tapahtumien lukumäärien taso nousi vuonna 2004, kun raportoinnissa siirryttiin ohjeen YVL 1.5 mukaiseen käytäntöön (kaikkien turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden käyttökunnottomuudet esitetään kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa). Tähän riskiluokkaan kuuluvien tapahtumien määrä laski edellisvuodesta Loviisan kummallakin laitostyksiköllä; vuonna 2005 niitä oli yhteensä 166. Olkiluodon laitostyksiköillä tähän riskiluokkaan kuuluvien tapahtumien määrä on kasvussa; vuonna 2005 niitä oli yhteensä 189. Loviisassa tapahtumat olivat pääosin vikojen aiheuttamia ja Olkiluodossa sekä suunniteltuja epäkäytettävyyksiä että vikojen aiheuttamia. Ennen vuotta 2004 analyysistä karsittiin pois osa nyt analysoidun kaltaisista tapahtumista.

Tulipaloja ei vuonna 2005 sattunut kummallakaan laitosalueella. Loviisan laitoksella paloilmajärjestelmä uusittiin vuonna 2000 ja Olkiluodossa vuonna 2001. Hälytysten määrät kasvoivat sen jälkeen kummallakin laitoksella johtuen herkemmistä laitteista ja laitevioista. Hälytysten selkeä väheneminen Loviisan laitoksella vuodesta 2003 ja Olkiluodon laitoksella vuodesta 2004 lähtien johtuu siitä, että ennakkohälytykset eivät ole olleet enää laskennassa mukana. Muutoksen jälkeen laitevikojen aiheuttamien hälytysten määrät laskivat merkittävästi kummallakin laitoksella: Olkiluodossa ei niitä vuonna 2005 ollut lainkaan ja Loviisassakin vain 6. Loviisassa laski myös ilmaisimien oikeiden hälytysten määrä, mikä vuonna 2005 oli vain 18 hälytystä. Olkiluodon laitoksella ilmaisimien oikeiden hälytysten lukumäärä on ollut useana vuonna tasaisessa kasvussa. Vuonna 2005 niitä oli 74, mikä on yli kaksinkertainen määrä järjestelmän uusintaa edeltäneeseen tasoon verrattuna. Vuoden 2005 paloilmajärjestelmän hälytyksissä kummallakin laitoksella vallitsevana olivat pölyn, käryn tai kosteuden aiheuttamat ilmaisimien hälytykset. Olkiluodossa oli myös merkittävä määrä sprinklerin vuodoista aiheutuneita hälytyksiä, mistä osaltaan aiheutuu ilmaisimien oikeiden hälytysten kasvava trendi edellisvuoteen verrattuna.

### Rakenteellinen eheys

Tunnuslukualueella seurataan radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden (polttoaine, primääripiiri, sekundääripiiri, suojarakennus) tiiviyttä. Tavoitteeksi on asetettu, että eheys on asetettujen vaatimusten mukainen eikä eheys saa merkittävästi heikentyä STUKin tunnuslukujen mukaan arvioituna.

Vuoden 2005 tunnuslukujen perusteella radioaktiivisia päästöjä rajoittaville esteille asetettuja rajoja ei ylitetty. Polttoainevuotoja ei Loviisan laitossyksiköillä ole esiintynyt useaan vuoteen.

Olkiluodon laitossyksiköillä on ollut pieniä polttoainevuotoja vuosittain. Vuotojen kehittymistä on seurattu tehoajon aikana, ja vuotavat polttoaineniput on poistettu käytöstä vuotohavaintoa seuranneessa vuosihuoltoseisokissa. Olkiluoto 2:n reaktorissa oli vuonna 2005 koko ajan vuotavaa polttoainetta. Elokuun loppupuolella 2004 havaittu vuotava polttoainennippu poistettiin reaktorista vuoden 2005 vuosihuoltoseisokissa. Tarkastuksissa

nipusta löydettiin ohut metallilastu, mikä oli aiheuttanut alkuperäisen polttoainevaurion. Vauriota seurasi neljän kuukauden viiveellä sekundäärivuotio vuotavan polttoainesauvan alaosassa. Vaurio kasvoi käyttöjakson lopulla täydelliseksi sauvan poikittaismurtumaksi. Vuosihuollon 2005 jälkeen todettiin jälleen uusi polttoainevuoto heinäkuun loppupuolella. STUK edellytti vierasesinelöydöksen ja uuden polttoainevuotohavainnon jälkeen voimayhtiötä arvioimaan avoimeen reaktoriin ja primääripiiriin töihin liittyvät puhdasasennusohjeet ja menettelyt.

Primääri- ja sekundääripiirien tiiviyttä seurataan laitosten itse kehittämällä tai voimayhtiöiden käyttämällä kansainvälisillä kemian indekseillä sekä korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden pitoisuuksilla. Kemian indeksit osoittivat kemiallisten olosuhteiden ylläpidon vuonna 2005 onnistuneen sekä Loviisan että Olkiluodon laitossyksiköillä. Loviisa 2:lla kemian indeksin korkea arvo vuosina 2003–2004 johtui toisen turbiinin lauhduttimen merivesivuodosta, mikä näkyi myös höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksissa. Vuoto korjattiin vuosihuoltoseisokissa 2004, minkä jälkeen tunnuslukuarvot palautuivat ennen vuotoa vallinneelle tasolle.

Loviisan tai Olkiluodon laitossyksiköiden primääripiiriin koboltti-60- ja rautapitoisuuksissa eikä syöttöveden rautapitoisuuksissa Loviisan sekundääripiirissä tai Olkiluodon primääripiirissä tapahtunut seurantajaksolla merkittäviä muutoksia.

Olkiluoto 2:n kemian indeksin tavoitearvoa suurempi arvo kolmannella ja neljännellä neljänneksellä johtuu tavoitearvoa suuremmista sulfaattipitoisuuksista. Kummallakin Olkiluodon laitossyksiköllä on tehonkorotuksesta lähtien ollut ongelmana reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Laitosmuutosten jälkeen, joilla laskettiin lauhteenpuhdistuksen lämpötilaa, sulfaattipitoisuus on pysynyt kummallakin laitossyksiköllä tavoitearjaa (5 µg/l) pienempänä lukuun ottamatta lyhytaikaisia pieniä ylityksiä. Vuoden 2004 kolmannella neljänneksellä tapahtuneen raja-arvoylityksen syyksi epäillään ioninvaihtomassan laadussa tapahtunutta muutosta. Vuoden 2005 sulfaattipitoisuuden tavoitearjan ylitykset johtuivat siitä, että monien puhdistussuodattimien ajoajat olivat olleet pitkiä. Suodattimien ioninvaihtomassan vaihdon jälkeen sulfaattipitoisuudet

laskivat alle tavoiterajan, eikä Teollisuuden Voima Oy:n ohjeen mukaista poikkeaman kestolle sallittua neljää vuorokautta ylitetty.

Olkiluodon laitoksella seurataan myös primääripiirin vuotoja käyttöjaksokohtaisesti. Käyttöjakson 2004–2005 primääripiirin tunnistettujen vuotojen määrät Olkiluodon kummallakin laitoksella olivat alhaiset. Tunnistamattomien vuotojen määrä oli Olkiluoto 1:llä erittäin pieni, mutta Olkiluoto 2:lla huomattavasti suurempi kuin aiemmin, mikä johtui pääosin ulospuhallusjärjestelmän (314) yhden tyhjänmurtajan löystyneestä laippaliitoksesta.

Suojarakennusten tiiviys on pysynyt hyvänä sekä Olkiluodossa että Loviisassa. Suojarakennuksen ulompien eristysventtiilien summavuodot olivat alle asetettujen rajojen. Loviisan ja Olkiluodon molempien laitossyksiköiden ulompien eristysventtiilien summavuodot pienentyivät edellisvuotisesta. Olkiluodon laitossyksiköillä suurin vuoto tiiveyskokeissa oli sisempien päähöyryventtiilien kautta. Kummassakin tapauksessa syynä vuotoon oli komplettin rikkoutunut takaiskuventtiili.

Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen hyvänä, ja parannusta edellisvuotisista on tapahtunut sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla.

Aukkojen summavuoto, johon Loviisassa lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktorikuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien sekä suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän, tuorehöyryjärjestelmän ja syöttövesijärjestelmän läpivientipalkeiden tiiveyskoestutulokset, on pienentynyt Loviisa 2:lla, ja on nyt molemmilla laitossyksiköillä pieni. Olkiluodon laitoksen aukkojen summavuoto, johon siellä lasketaan ylemmän ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot, on pysynyt pienenä.

## Johtopäätökset vuoden 2005 tunnuslukujen tuloksista

Ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukuja varten kerätyt tiedot vuodelta 2005 eivät osoittaneet sellaisia muutoksia yksittäisissä tunnusluvuissa, tunnuslukualueilla tai kolmella pääalueella, että ne olisivat edellyttäneet STUKin välitöntä reagointia.

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnusluvuilta asetetut vaatimukset täyttyivät työntekijöiden henkilökohtaisten säteilyannosten, radioaktiivisten päästöjen ja väestön säteilyaltistuksen suhteen. Loviisan 1 -laitossyksiköllä ylittyi edelleen ohjeen YVL 7.9 mukainen nettosätkötehoon sidottu kollektiivisen annoksen raportointiraja johtuen edellisen vuoden pitkässä korjaus- ja huoltoseisokissa kertyneestä kollektiivisesta annoksesta.

Ydinvoimalaitoksilta tapahtuneet radioaktiivisten aineiden päästöt olivat huomattavasti alle asetettujen rajojen. Ilma- ja vesipäästöt Loviisan ja Olkiluodon laitoksilta olivat pieniä. Olkiluodon laitoksen jodi- ja aerosolipäästöt osoittivat hyvin pientä kasvua johtuen polttoainevuodoista ja Olkiluoto 2:n pitkästä korjaus- ja huoltoseisokista. Loviisan laitoksen vesipäästöt olivat edellistä vuotta hieman pienempiä sen tehtyä varastoidun matala-aktiivisen jäteveden hallitun uloslaskun mereen loppuvuodesta 2004. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vesipäästöt ovat pysyneet pieninä koko 2000 -luvun laitoksen otettua käyttöön uudet prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistot. Ydinvoimalaitosten päästöistä aiheutunut ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli Loviisassa ja Olkiluodossa pieni kuten edeltävinä vuosina ja huomattavasti alle valtioneuvoston päätöksessä asetetun rajan.

Laitoksia käytettiin pääsääntöisesti turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti. Käyttöehtojen vastaisia tilanteita sattui Olkiluodon laitoksella neljä, joten viime vuonna kehityssuunnassa tapahtunut muutos parempaan ei ollut pysyvä. Poikkeamista kaksi oli pidemmän aikavälin tilanteita, mitkä vasta nyt tulivat esiin valveutuneen toiminnan ansiosta. Kaikki poikkeamat liittyivät muutos- tai korjaustöiden suunnitteluun ja kaksi koestuksiin. Loviisan laitoksella ei ollut tapahtumia, joiden johdosta laitossyksiköt olisivat olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen vastaisessa tilassa.

Olkiluodon voimalaitoksella oli tarve yhdeksässä tapauksessa poiketa suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Lukumäärä on sama kuin edellisenä vuonna. Poikkeusluvista neljä koski laitosmuutosten tai perusparannusten aiheuttamia poikkeamia ja kaksi uuden laitoksen rakentamiseen liittyviin asennuksiin. Loviisan voimalaitoksen tarve poiketa suunnitellusti turvallisuusteknisistä käyttöehdoista laski edelleen



vuoden 2004 määrästä. Myönnetty seitsemän poikkeuslupaa kohdistuivat pääosin muutos- ja parannustoista aiheutuneeseen tarpeeseen poiketa turvallisuusteknisistä käyttöehdoista. Myönnetty poikkeusluvut eivät antaneet aihetta turvallisuusteknisten käyttöehtojen uudelleenarviointiin.

Riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat liittyivät kummallakin laitoksella TTKE-poikkeusluvilla tehtyihin muutos- tai parannustoihin. Muut merkitykselliset tapahtumat liittyivät piileviin vikoihin sivumerivesijärjestelmässä (Loviisa 1) ja hätäsyöttövesijärjestelmässä (Loviisa 2) sekä Olkiluodossa suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän, apusyöttövesijärjestelmän ja hätä dieselgeneraattorijärjestelmän piileviin vikoihin. Vuoden 2005 analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitosten normaaliin käyttöön kuuluvina, eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

Merkittävistä tapahtumista aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuosittaiseen onnettomuusriskiin ylitti vuonna 2005 sille asetetun 5 % tavoitearvon Olkiluodon molemmilla laitosyksiköillä. Tavoitetason ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

Ydinturvallisuutta vaarantavia tapahtumia ei ydinlaitoksilla ollut. Loviisan voimalaitoksella oli tammikuun alkupuolella korkean meriveden pinnan aiheuttama reilut kuusi tuntia kestänyt varautumistila, mistä se laati erikoisraportin. Käyttötapahtumien määrät Loviisan ja Olkiluodon voimalaitoksilla olivat vuonna 2005 viime vuosien keskimääräisellä tasolla. Tapahtumaraportteja laadittiin vuonna 2004 Olkiluodon laitokselta kaksitoista ja Loviisan laitoksella kymmenen mukaan lukien erikoisraportoidut tapahtumat. Loviisan laitoksen osalta tapahtumien määräänä aiheuttajina olivat tekniset viat. Olkiluodon laitoksen käyttötoiminnan puutteet näkyvät tapahtumien välittöminä syinä, jotka painottuvat omassa toiminnassa esiintyviin virheisiin. Ainoastaan yhdessä tapahtumassa syynä oli tekninen vika. Erikoisraportoitujen tapahtumien, joita Olkiluodon laitoksella vuonna 2005 oli yhteensä kuusi, luonteesta johtuen STUK on kiinnittänyt huomiota Olkiluodon laitoksen käyttökokemustoiminnan tehokkuuteen ja asiaa on käsitelty voimayhtiön ja STUKin välillä.

Kunnossapitotoiminta oli vuonna 2005 sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla luotettavaa

eikä merkkejä kunnossapidon laadun heikkenemisestä ollut havaittavissa. Kunnossapito oli Olkiluodossa ennakoivampaa kuin edellisenä vuonna. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä, johon kuuluvat sekä vikakorjaukset että ennakkohuollot, oli Loviisan laitoksella edelleen kasvussa johtuen vikakorjauksien lukumäärän lievästä kasvusuuntauksesta. Ennakkohuoltotöiden lukumäärä oli matalampi kuin edellisenä vuonna. Loviisa 2:lla ennakkohuoltojen ja vikakorjauksen suhde jäi huomattavan alhaiseksi. Laitoksen ennakkohuoltotöiden määrään vaikuttaa vuosihoitoseisokkien pituuden mukaan määräytyvät ennakkohuollot, joissa ei ole nähtävissä muutostarpeita laitteiden vikaantumisten perusteella. Ennakkohuoltojen määrä on suunnitellusti vähentynyt pitkällä aikavälillä. Ennakkohuolto-ohjelmien arviointia sekä kehittämistä jatketaan tulevaisuudessakin. Muutoksia tapahtuu jatkossa mm. käyttöön otettujen kunnonvalvontamittausmenetelmien johdosta. Tehokäytön aikaisten vikakorjausten määrä on viime vuosina Loviisan laitoksella ollut lievässä kasvussa. Vuoden 2002 jälkeen tapahtuneeseen selkeään nousuun vikojen määrässä ei ole osoitettavissa yksikäsitteistä syytä. Yhtenä tekijänä voi olla mm. muutos töiden kirjaustavoissa. Vikojen määrä on kuitenkin vaihdellut vastaavasti pitkällä aikavälillä. Vuonna 2005 kasvua oli vioissa, jotka aiheuttivat käyttörajoituksen vasta laitetta erotettaessa korjaustyötä varten. Vioista johtuvat tuotannonmenetykset pysyivät pieninä ja ne johtuivat erillisiin, toisistaan riippumattomiin laitteisiin ja järjestelmiin kohdistuneista vioista. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden keskimääräinen korjausaika Loviisan laitoksella oli laskussa jo toisena perättäisenä vuonna, mikä voi olla merkki kunnossapitotoiminnan tehostumisesta. Johtopäätösten tekemistä vaikeuttaa, ettei tiedossa ole vallitsevien vikojen tyyppi.

Olkiluodon laitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä oli nousussa, mihin vaikuttaa ennakkohuoltojen kasvava suuntaus. Ennakkohuoltojen jakautuminen laitosyksiköiden kesken määräytyy vuosihoitoseisokkien pituuksien mukaan. Olkiluoto 2:n ennakkohuoltotöiden määrä oli vuonna 2005 huomattava, sillä yksiköllä tehtiin turbiinilaitoksen muutostöitä



pitkän vuosihuoltoseisokin aikana. Vikakorjausten määrä puolestaan laski hieman edellisvuodesta. Tehokäytön aikaisten käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrä laski merkittävästi kahteen edellisvuoteen verrattuna. Vikojen määrän pienenemiseen voidaan arvioida vaikuttavan hieman Olkiluoto 2 -laitosyksikön pitkän huoltoseisokin ja siinä tehdyt korjaus- ja ennakkohuoltotyöt. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneita vikoja oli Olkiluoto 2:lla enemmän kuin vikoja, mitkä aiheuttavat käyttörajoituksen vasta laitetta erotettaessa korjausta varten. Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset olivat vain prosentin sadasosia. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisen laitteiden vikojen keskimääräinen korjausaika Olkiluodon laitoksella oli kasvussa toisena päätäisenä vuotena. Tilanteen arvioinnissa tulisi tietää yksityiskohtaisesti vikojen laatu, jotta muutoksesta voisi päätellä kunnossapidon tehokkuutta.

Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta seurattiin luvanhaltijoiden toimittamien kansainvälisten indeksien avulla. Loviisan voimalaitoksella seurattiin korkeapaineista hätäilävesijärjestelmää, hätäsyöttövesijärjestelmää sekä varavomadieselgeneraattoreita ja Olkiluodossa suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää, apusyöttövesijärjestelmää sekä varavomadieselgeneraattoreita. Loviisan laitosyksiköillä turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksiluvut laskivat tai pysyivät pieninä kaikkien seurattavien järjestelmien osalta. Olkiluodon laitoksella suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys kasvoi Olkiluoto 1:llä ja apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi nousi hieman kummallakin Olkiluodon laitosyksiköillä. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksien kasvuun Olkiluodon laitosyksiköillä vuonna 2005 vaikuttavat tekijät eivät toistaiseksi ole tiedossa. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksiin vaikuttavat piilevät viat olivat kuitenkin vallitsevina riskimerkitykseltään keskikategoriaan luokitelluissa tapahtumissa.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä rajoittavien moninkertaisten esteiden rakenteellinen eheys on pysynyt pääsääntöisesti hyvänä. Loviisan laitosyksiköillä polttoainevuodot ovat viime vuosina olleet harvinaisia, eikä niitä ollut vuonna 2005. Olkiluodon laitosyksiköillä polttoainevuotoja on ollut vuosittain. Olkiluoto 2:lla oli vuosihuoltoseisokkiin 2005 asti elokuun lopulla 2004 alkanut polttoainevuoto. Tarkastuksissa vuodon aiheutta-

jaksi paljastui ohut metallilastu. Uusi polttoainevuoto Olkiluoto 2:lla havaittiin jälleen heinäkuun lopulla 2005. STUK edellytti vierasesinelöydöksen ja uuden polttoainevuotohavainnon jälkeen voimayhtiötä arvioimaan avoimeen reaktoriin ja primääripiirin töihin liittyvät puhdasasennusohjeet ja menettelyt.

Vesikemiallisia olosuhteita kuvaavien kansainvälisten kemian indeksien lisäksi otettiin vuonna 2004 käyttöön uusia primääri- ja sekundääripiirien korroosiota aiheuttavia epäpuhtauksia ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia piireissä kuvaavia tunnuslukuja, joiden arvoissa ei vuonna 2005 tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kemian indeksit osoittivat kemiallisten olosuhteiden ylläpidon vuonna 2005 onnistuneen Loviisan ja Olkiluodon laitosyksiköillä. Olkiluoto 2:n reaktoriveden kolmannen ja neljännen neljänneksen tavoitearvoa korkeammat sulfaattipitoisuudet näkyvät kuitenkin myös kemian indeksissä. Syynä korkeammille sulfaattipitoisuuksille oli puhdistussuodattimien pitkät ajoajat.

Suojarakennusten tiiviys on pysynyt hyvänä sekä Olkiluodossa että Loviisassa. Kummankin laitoksen molempien laitosyksiköiden ulompien eristysventtiilien summavuodot pienentyivät edellisvuotisesta. Olkiluodon laitosyksiköillä suurin vuoto tiiveyskokeissa oli sisempien päähöyryventtiilien kautta. Kummassakin tapauksessa syynä vuotoon oli kompletin rikkoutunut takaiskuventtiili. Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen hyvänä, ja parannusta edellisvuotisista on tapahtunut sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla. Suojarakennuksen aukkojen summavuoto pienentyi Loviisa 2:lla, joten se oli molemmilla Loviisan laitosyksiköillä pieni. Läpivientien kumipalkeiden tiiveydessä olleiden ongelmien johdosta niitä on muutettu teräspalkeiksi. Aukkojen summavuoto on Olkiluodon laitosyksiköillä pysynyt pienenä.

Vuoden 2005 investoinnit osoittavat Olkiluodon laitoksella kasvavaa kehityssuuntaa, mihin käyvien laitosten uudistushankkeiden lisäksi vaikuttaa valmistautuminen uuteen laitoshankkeeseen. Loviisan laitoksen investoinnit olivat hieman pienemmät kuin edellisenä vuonna. Loviisan laitoksen pääinvestointeja viime vuonna oli laitosyksiköiden automaation uusiminen. Vuonna 2005 toteutettujen muutostöiden (rekisteriin kirjatut)

aiheuttamien asiakirjamuutosten päivitystilanne laitoksia käynnistettäessä oli Olkiluoto 2:n osalta hyvä. Olkiluoto 1:n ja Loviisan laitoksen osalta ei ollut seurattavia muutostöitä.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna on Olkiluodon laitoksen käyttökokemustoiminnassa puutteita, joiden johdosta STUK on kiinnittänyt huomioita laitoksen käyttökokemustoiminnan tehokkuuteen ja poikkeamia on käsitelty STUKin ja voimayhtiön välisessä tilaisuudessa. Tapahtumat johtuivat yleisemmistä puutteista toiminnassa, mikä ei kuitenkaan aiheuttanut ongelmia reaktorien käytölle. TTKE-laitteiden vikojen ja kunnossapitoa kuvaavien tunnuslukujen perusteella kunnossapitotoiminta oli vuonna 2005 Olkiluodon laitoksella luotettavaa eikä merkkejä kunnossapidon laadun heikkenemisestä ollut havaittavissa. Kunnossapito oli siellä myös ennakoivampaa kuin edellisenä vuonna. Turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuutta kuvaavat tunnusluvut osoittivat kuitenkin heikkenemistä: suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys kasvoi merkittävästi toisella yksiköllä ja apusyöttövesijärjestelmän käyttökunnottomuusindeksi nousi hieman kummallakin Olkiluodon laitosyksiköllä. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksien kasvuun Olkiluodon laitosyksiköillä vuonna 2005 vaikuttavat tekijät eivät toistaiseksi ole STUKin tiedossa. Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyyksiin vaikuttavat piilevät viat olivat vallitsevina riskimerkitykseltään keskikategoriaan luokitelluissa tapahtumissa. Nämä voivat indikoida mahdollisia puutteita kunnossapitostrategiassa tai vikojen turvallisuusmerkityksen arvioinnissa. Polttoaineen tiiveydessä ilmenee Olkiluodon laitoksilla vuosittain ongelmia, joista huolimatta säteilysuojelu on tunnusluvuilla mitattuna saa-

vuttanut sille asetetut tavoitteet ja päästöt ovat pysyneet pieninä.

Tunnuslukujen mukaan arvioituna Loviisan laitoksen käyttötoiminnassa ei ilmennyt merkittäviä puutteita. Käyttötapahtumien taustalla oli pääsääntöisesti tekniset viat. TTKE-laitteiden vikojen ja kunnossapitoa kuvaavien tunnuslukujen perusteella kunnossapitotoiminta oli vuonna 2005 Loviisan laitoksella luotettavaa eikä merkkejä kunnossapidon laadun heikkenemisestä ollut havaittavissa. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden vuotuisten kunnossapitotöiden kokonaismäärä, johon kuuluvat sekä vikakorjaukset että ennakkoahuollot, oli Loviisan laitoksella edelleen kasvussa johtuen vikakorjausten lukumäärän lievästä kasvusuuntauksesta. Ennakkoahuoltotöiden lukumäärä oli matalampi kuin edellisenä vuonna, ja Loviisa 2:lla ennakkohuoltojen ja vikakorjausten suhde jäi huomattavan alhaiseksi. Laitoksen ennakkoahuoltotöiden määrään vaikuttaa vuosihuoltoseisokkien pituuden mukaan määräytyvät ennakkoahuollot. Ennakkoahuoltojen määrä on suunnitellusti vähentynyt pitkällä aikavälillä. Ennakkoahuolto-ohjelmien arviointia sekä kehittämistä jatketaan tulevaisuudessakin. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden keskimääräinen korjausaika Loviisan laitoksella oli laskussa jo toisena perättäisenä vuonna, mikä voi indikoida kunnossapitotoiminnan tehostumista. Pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei kuitenkaan voida tehdä ennen kuin tiedetään vallitsevien vikojen tyypit.

Loviisa 1:llä ylittyi edelleen ohjeessa YVL 7.9 asetettu nettosähkötehoon sidottu kollektiivisen annoksen laskennallinen raportointiraja, mihin vaikutti vielä sen pitkässä vuosihuoltoseisokissa vuonna 2004 kertynyt annos.

## Johdanto tunnuslukujen määrittämiselle

Seuraavassa esitetään STUKin tunnuslukujärjestelmän ydinlaitosturvallisuutta kuvaavien tunnuslukujen määritelmät, tietojen hankinta, laskentavastuut, tarkoitus sekä vuoden 2005 tietojen perusteella päivitetty tunnusluvuarvot, niiden tulkinta ja muutosten arviointi.

Tunnuslukujen tietojen hankinta-, laskenta- ja analysointivastuut on määritetty ydinvoimalaitosten valvontaosastolla (YTO) toimisto- ja henkilötasolla. Vuonna 2005 Turvallisuuden hallinta-toimiston (TUR) paikallistarkastajat vastasivat turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määriteltyjen laitteiden vikoja ja ennakkohuoltoja sekä turvallisuusjärjestelmien käytettävyyttä kuvaavista tunnusluvuista. TUR vastasi myös vikojen aiheuttamista tuotannonmenetyksistä. Primääripiirin vuotoja koskevat tiedot Olkiluodon ydinvoimalaitokselta toimitettiin paikallistarkastajan toimesta. TURin tarkastajat vastasivat Olkiluodon laitoksen kunnossapidon laatua kuvaavien tunnuslukujen kokoamisesta ja arvioinnista. TUR ylläpiti käyttötapahtumien seurantataulukkoa ja vastasi käyttötapahtumiin ja -raportteihin perustuvista tunnusluvuista. Riskien hallinta -toimisto (RIS) suoritti tapahtumien riskimerkityksen arvioinnin. Voimalaitostekniikka -toimiston (VLT) tarkastajat vastasivat palohälytysjärjestelmän toimintaa sekä polttoaineen ja primääripiirin tiiveyttä kuvaavista tunnusluvuista. Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät toimisto (REA) keräsi ja laski suojarakennuksen tiiveyttä kuvaavat tunnusluvut. Säteilysuojelutoimisto (SÄT) vastasi säteilyannos- ja päästötietojen kokoamisesta ja niitä kuvaavista tunnusluvuista. Laitoshankkeet -toimisto (HAN) vastasi dokumentaation ajantasaisuutta ja investointeja koskevista tunnusluvuista. Ydinlaitosturvallisuutta kuvaavan tunnuslukujärjestelmää ylläpidettiin johdon tuki -yksikössä (YJT) ja toimintaa koordinoi tutkintapäällikkö.

Tunnuslukujen vastuuhenkilöiden osalta tehtiin TUR:ssa vuonna 2005 pieniä henkilövaihi-

doksia. Tunnuslukujärjestelmää tai yksittäisten tunnuslukujen määritelmiä ei edellisvuoteen verrattuna muutettu. Käyttötapahtumien riskimerkitystä kuvaavalle tunnuslukualueelle sisällytettiin vuonna 2005 uudelleen käyttötapahtumien kokonaisriskimerkitystä kuvaavat tunnusluvut, joita ei vuoden 2004 tulosten yhteydessä raportoitu.

Tunnuslukujärjestelmää siihen liittyvine tietoineen sekä suomen- että englanninkielisine kuvineen ylläpidetään Excel-tiedostoissa, joihin järjestelmän ylläpitäjä syöttää tunnuslukuvastavien toimittamat tiedot ja päivittää tunnuslukuvat neljännesvuosittain. Excel ei ole soveltuvin työkalu lukujen hallintaan, analysointiin ja esittämiseen. Excel-tiedostot ovat myös alttiita käyttäjän virheille ja järjestelmän vioille, eivätkä ne ole mahdollistaneet useita samanaikaisia käyttäjiä (tiedonsyöttö, kuvien päivitys, raportointi). Tiedonsyötön ja kuvien päivityksen nopeuttamiseksi, kuvien yhtenäistämiseksi sekä esitysten ja raporttien tuottamiseksi kaivattiin työtä helpottavia välineitä.

STUK tilasi loppuvuodesta 2005 tunnuslukujen ylläpitoon, analysointiin ja raportointiin soveltuvan INDI (INDicator DIsply) ohjelman. Sopimus kattaa myös YTON tämänhetkiseen tunnuslukujärjestelmään kuuluihin tunnuslukuihin liittyvän vanhan tiedon viennin ohjelmaan. Ohjelma otetaan käyttöön vuoden 2006 ensimmäisen neljänneksen tunnuslukujen päivityksen yhteydessä. Tunnuslukuvastaavat ja järjestelmän ylläpitäjät osallistuivat STUKissa järjestettyyn INDI:n käyttäjäkoulutukseen marraskuussa 2005.

Ohjelman tarkoituksena on yksinkertaistaa ja varmentaa YTON tunnuslukuihin liittyvän tiedon ylläpitoa sekä nopeuttaa ydinlaitosturvallisuuden tunnuslukujen neljännesvuosittaista päivitystä ja raportointia. Ohjelmaan on mahdollista sisällyttää myös tulevaisuudessa muiden osastojen tarpeisiin kehitettävät tunnusluvut.

# Tunnusluvut

## A.I Turvallisuus- ja laatukulttuuri

### A.I.1 Viat ja niiden korjaaminen

#### A.I.1a TTKE-laitteiden viat

##### Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden (TTKE-laitteiden) käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen määrää tehokäytön aikana. Viat jaetaan laitosyksikkökohtaisesti kahteen ryhmään; välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneet viat ja korjaustyön yhteydessä käyttörajoituksen aiheuttaneet viat.

##### Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

##### Tarkoitus

Tunnuslukua käytetään laitosten käyttöiän hallinnan ja laitteiden kunnon kehityksen arviointiin.

##### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),  
paikallistarkastajat

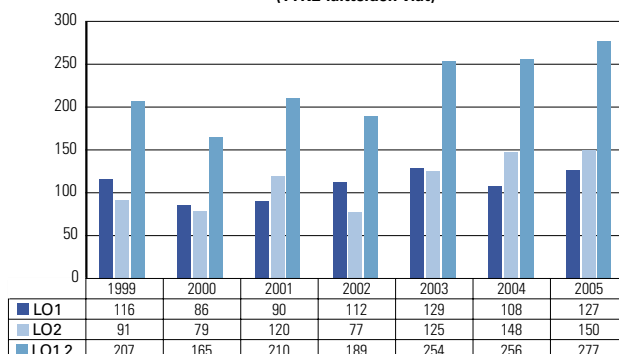
Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

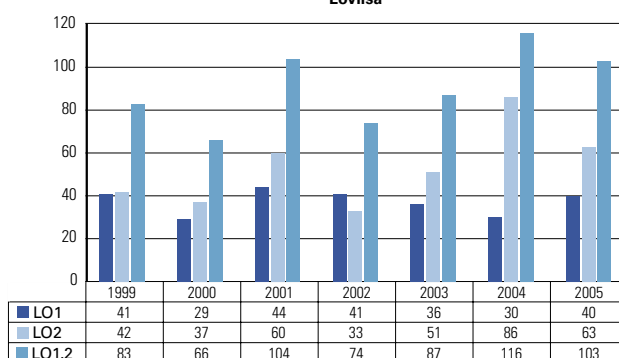
##### Tunnusluvun tulkinta

Käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen lukumäärä on Loviisan laitoksella noussut lievästi kolmen viimeisen vuoden aikana. Lukumäärä kokonaisuutena on kuitenkin pysynyt samalla tasolla. Merkittävää muutosta vikojen määrässä ei ole havaittavissa.

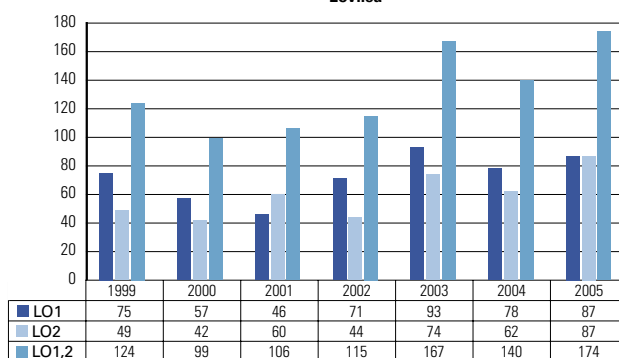
Käyttörajoitustöiden määrä tehokäytön aikana, Loviisa  
(TTKE-laitteiden viat)



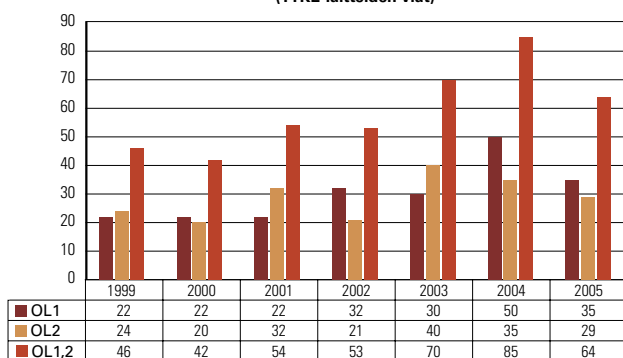
TTKE-laitteiden viat: välitön käyttörajoitus viasta, Loviisa



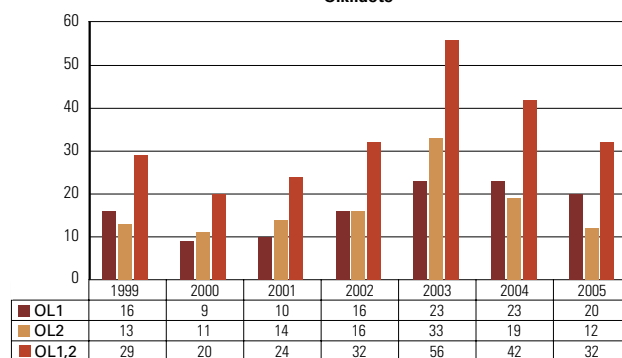
TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta, Loviisa



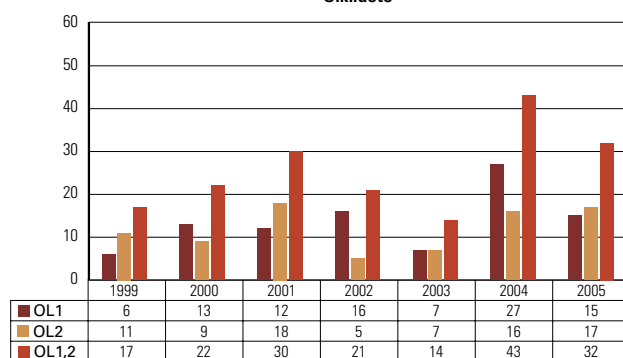
Käyttörajoitusvikojen määrä tehokäytön aikana,  
Olkiluoto  
(TTKE-laitteiden viat)



TTKE-laitteiden viat: käyttörajoitus korjaustyön alusta,  
Olkiluoto



TTKE-laitteiden viat: välittömän käyttörajoitus viasta,  
Olkiluoto



Vuoden 2002 jälkeen tapahtuneeseen selkeään nousuun vikojen määrässä ei ole osoitettavissa yksiselitteistä syytä. Yhtenä tekijänä voi olla mm. muutos töiden kirjaustavoissa. Vikojen määrä on kuitenkin vaihdellut vastaavasti pitkällä aikavälillä.

lillä. Välittömän käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen määrä on hieman pienempi kuin vuonna 2004 mutta oleellisesti samalla tasolla. Samoin vikojen, jotka aiheuttavat käyttörajoituksen korjaustyön alusta, lukumäärä on normaalin vaihtelun rajoissa.

TTKE-laitteiden tehokäytön aikaisten välittömän käyttörajoituksen ja rajoituksen erotettaessa aiheuttaneiden vikojen lukumäärä Olkiluodossa oli vuonna 2005 sama 32. Vikojen määrä on hieman laskenut vuodesta 2004 ja siten aikaisempien vuosien kasvava kehityssuunta pysähtyi.

Välittömästi käyttörajoituksen aiheuttaneita vikoja oli Olkiluoto 1:llä 15 ja Olkiluoto 2:lla 17. Olkiluoto 2:lla eniten vikaa oli säätöventtiilissä 314V21, yhteensä 4 eri kertaa sama vika.

### A.1.1b TTKE-laitteiden kunnossapito

#### Määritelmä

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden vikakorjausten ja ennakkohuoltotöiden lukumääriä laitossyksikkökohtaisesti.

#### Tiedot

Tiedot saadaan laitoksen työtilausjärjestelmästä, joista haetaan kaikki turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisten laitteiden ennakkohuolto- ja vikakorjaustyöt.

#### Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan ennakkohuoltotöiden ja vikakorjaustöiden suhteesta ja kuvaa laitoksen kuntoa sekä kunnossapitostrategiaa. Tunnuslukua

käytetään laitoksella toteutettavan kunnossapitostrategian arviointiin.

#### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),

paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

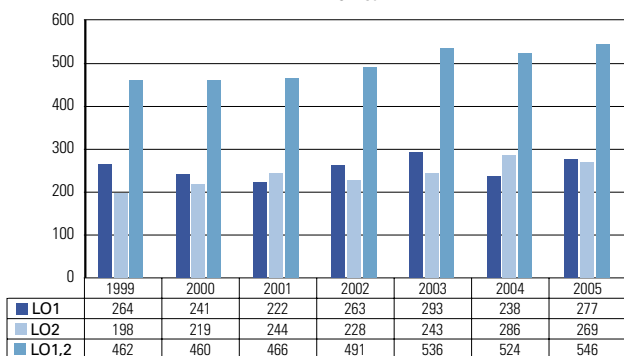
Jarmo Kosi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

#### Tunnusluvun tulkinta

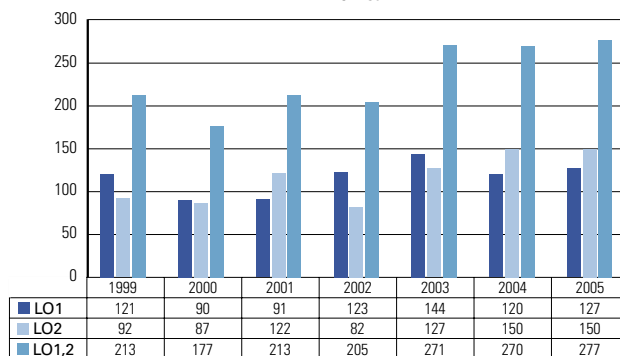
Käyttörajoituksen aiheuttaneiden vikojen lukumäärä on Loviisan laitoksella noussut lievästi kolmen viimeisen vuoden aikana. Lukumäärä kokonaisuutena on kuitenkin pysynyt samalla tasolla. Merkittävää muutosta vikojen määrässä ei ole havaittavissa.

Vuoden 2002 jälkeen tapahtuneeseen selkeään nousuun vikojen määrässä ei ole osoitettavissa

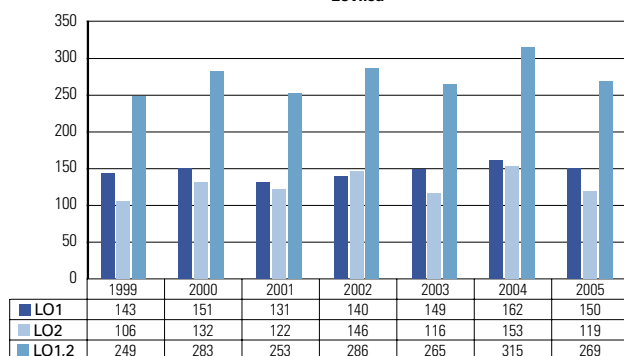
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt,  
Loviisa



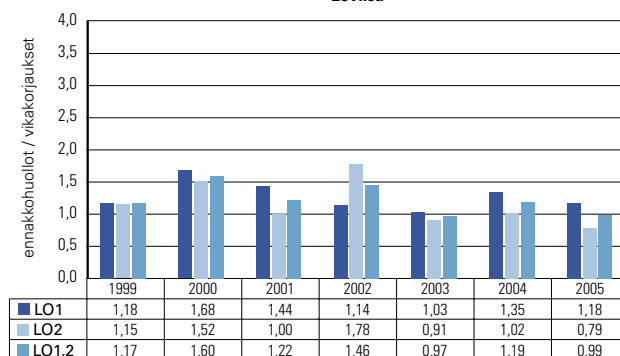
TTKE-laitteiden vikakorjaukset,  
Loviisa



TTKE-laitteiden ennakkohuollot,  
Loviisa



TTKE-laitteiden kunnossapito,  
Loviisa





yksiselitteistä syytä. Yhtenä tekijänä voi olla mm. muutos töiden kirjaustavoissa. Vikojen määrä on kuitenkin vaihdellut vastaavasti pitkällä aikavälillä. Kts. A.I.1a.

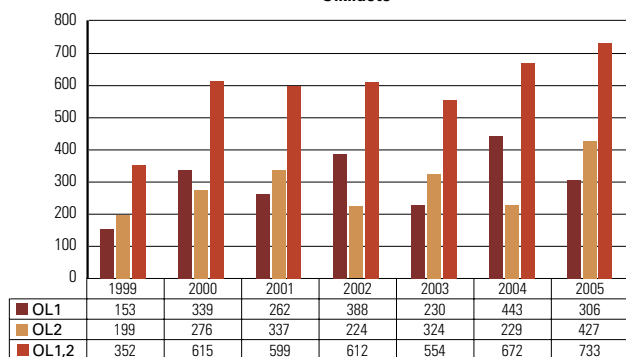
Käynninaikaisten ennakkohuoltojen lukumäärä on Loviisan laitoksella vakiintunut hieman yli 250 kpl/vuosi. Laitosyksikkökohtaiset muutokset ovat myös erittäin pieniä vuosittain. Vaihtelu johtuneen vuosihuoltoseisokkien erilaisuuksista.

Tilanteen vakiintuminen näkyy selkeästi myös ennakkohuoltotyöt/viat-suhteessa, joka on vaihdellut noin 1 ja 1,5 välissä.

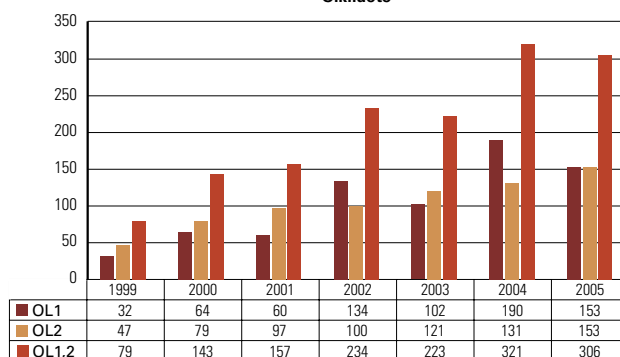
Olkiluodon laitoksella TTKE-laitteiden ennak-

kohuoltotöiden lukumäärän suhde vikakorjaustöiden lukumäärään nousi vuoden 2004 arvosta. Vuonna 2005 Olkiluoto 1:llä ennakkohuoltotöiden lukumäärän suhde vikakorjaustöiden lukumäärään oli tasan yksi ja Olkiluoto 2:lla reilusti yli 1,5:en. Olkiluoto 2:n ennakkohuoltotöiden määrä oli vuonna 2005 huomattava (274), sillä siellä oli TIMO-muutostöiden johdosta pitkä seisokki (21 vrk). Olkiluoto 1:llä oli puolestaan lyhyt vuosihuoltoseisokki (7 vrk), mikä näkyi ennakkohuoltotöiden määrän laskussa edellisvuoteen verrattuna. Vastaava TIMO-seisokki on Olkiluoto 1:llä vuonna 2006.

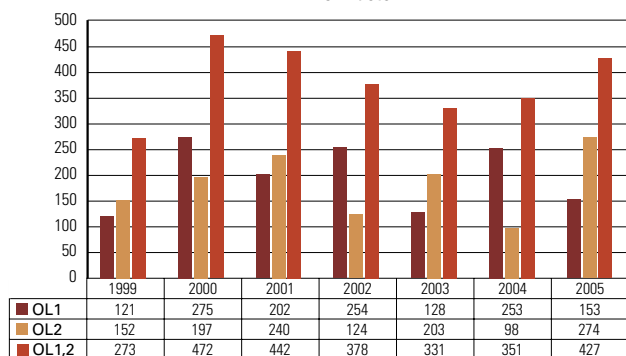
TTKE-laitteiden vuotuiset kunnossapitotyöt,  
Olkiluoto



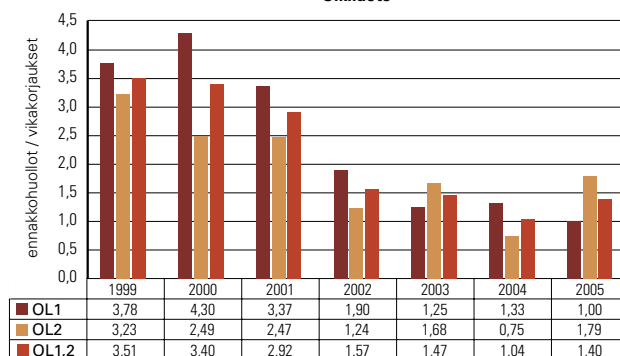
TTKE-laitteiden vikakorjaukset,  
Olkiluoto



TTKE-laitteiden ennakkohuollot,  
Olkiluoto



TTKE-laitteiden kunnossapito,  
Olkiluoto



### A.I.1c TTKE-laitteiden vikojen kesto

#### Määritelmä

Tunnusluvulla seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisten laitteiden käyttökunnottomuutta aiheuttaneiden vikojen keskimääräistä korjausaikaa. Aika on kunkin korjauksen kohdalla käyttökunnottomuusaika. Se lasketaan vian havisemisesta korjaustyön päättymiseen asti, jos vika aiheuttaa välittömän käyttörajoituksen. Jos laite on käyttökunnossa vian korjaukseen aloitukseen asti, niin ajaksi lasketaan korjaustyöhön kulunut aika.

#### Tiedot

Tiedot saadaan voimalaitosten työtilausjärjestelmistä sekä kunnossapidon ja käyttötoiminnan asiakirjoista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan, miten pian vialla olleet turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaiset laitteet on korjattu suhteessa TTKE:n sallimaan korjausaikaan.

Tunnuslukua käytetään laitosten kunnossapitotoiminnan strategian, resurssien ja tehokkuuden arviointiin.

#### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),  
paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Konsi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

Eräissä tapauksissa yksittäiset, pitkään kestäneet käyttörajoitustyöt voivat vääristää kuvaa keskimääräisistä korjausajoista. Tässä kaksi esimerkkiä vuodelta 2005:

Ensimmäisen vuosineljänneksen (I/05) aikana tehty VF24S037 vesipaineventtiilin huolto, työ nro 381961A; korj.aika 499,7 h ja samalla erotuksella VF24S040 venttiilin huolto, työ nro 381961B; korj. aika 499,7 h. Jos em. töiden korjausajat jätetään pois vähämerkityksellisinä töinä (sallittu korj.aika 21 vrk), niin jäljelle jäävien töiden keskimääräinen korjausaika on 20,2 h (928/46).

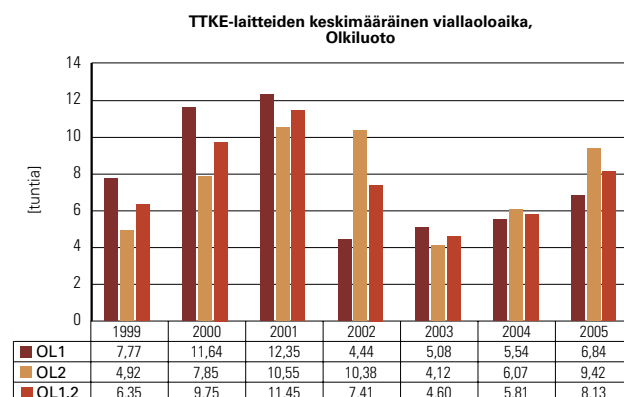
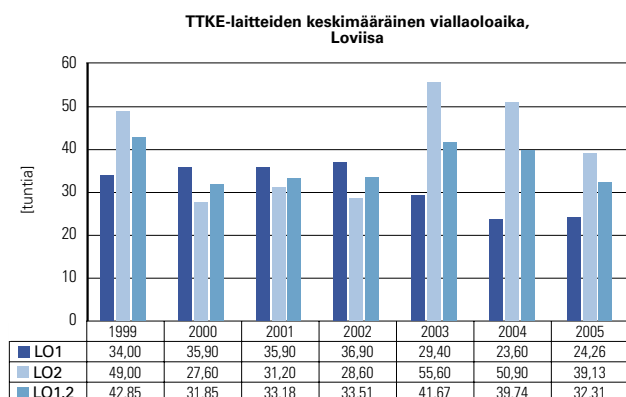
Toisen vuosineljänneksen (II/05) aikana tehty vetymittauksiin kohdistuneet työt: XW38A01 mittauksen vian tutkinta ja tarkastus, työ nro 383387A; korj.aika 437,1 h ja XW38A02 mittauksen tarkastus; työ nro 387707A; korj.aika 482,4 h. Myös suojarakennuksen ulkopuolisen ruiskutusjärjestelmän merivesipumppuun kohdistui työ: VU02D01pumpun ja putkiston tarkastus, työ nro 388808A; korj.aika 359,2 h. Jos em. töiden korjausajat jätetään pois vähämerkityksellisinä töinä (sallittu korjausaika 21 vrk), niin jäljelle jäävien töiden keskimääräinen korjausaika on 21,1 h (737/35).

#### Tunnusluvun tulkinta

Vuoden 2005 aikana vikojen keskimääräinen korjausaika on Loviisan laitoksella laskenut hieman vuodesta 2004. Keskimääräinen korjausaika on vuosien mittaan vakiintunut noin 30:n ja 43 tunnin väliin eikä vuosi 2005 anna aihetta tarkempaan arviointiin.

Korjausaika on nyt keskimäärin noin 32 tuntia vikaa kohden kun se vuonna 2004 oli noin 40 tuntia. Vuoden 2002 jälkeen tapahtunut tason (kts A.I.1.a ja b) muutos näkyy myös korjausajoissa.

Olkiluodon laitosyksiköillä TTKE-laitteiden keskimääräiset korjausajat ovat vaihdelleet 1999–2005 neljästä tunnista puoleen vuorokauteen ja näyttävät nousevaa trendiä viimeisen kolmen vuoden jaksolla. Vuonna 2005 keskimääräiset korjausajat nousivat vuoden 2004 arvoista.



**A.I.1d Yhteisviat****Määritelmä**

Tunnuslukuna seurataan turvallisuusteknisten käyttöehtojen alaisissa (TTKE) laitteissa tai järjestelmissä toteutuneiden yhteisvikojen lukumäärää.

**Tiedot**

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden raportoimista käyttörajoituksen aiheuttaneista töistä.

**Tarkoitus**

Tunnusluvulla seurataan kunnossapidon laatua.

**Vastuutoimisto ja -henkilö**

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Jukka Kupila

**Tunnusluvun tulkinta**

Loviisan voimalaitoksella ei tunnistettu vuonna 2005 yhtään toteutunutta yhteisvikaa käyttörajoituksen alaisissa TTKE järjestelmissä.

Olkiluodon voimalaitoksella ei tunnistettu vuonna 2005 yhtään toteutunutta yhteisvikaa käyttörajoituksen alaisissa TTKE järjestelmissä.

Tunnusluvun laskennan yhteydessä todettiin Olkiluodon voimalaitoksella kahden hätädiezelge-

neraattorin olleen yhtäaikaaisesti käyttökunnottomia. Kyseessä ei kuitenkaan ole yhteisvika. Yksi hätädiezeleistä erotettiin määräaikaishuoltoon. Myöhemmin toiselle redundanssille tehdyn määräaikaiskokeen yhteydessä todettiin dieselillä piilevä vika, joka tulkittiin olleen piilevänä puolet testivälistä. Yhtäaikainen käyttökunnottomuusaika oli 11.1.2005 klo. 5.11–18.50.

Edellisenä vuonna havaittiin myös kahden hätädiezelgeneraattorin olleen yhtäaikaaisesti käyttökunnottomia. Toinen hätädiezeleistä erotettiin määräaikaiskokeessa havaitun vian korjaamiseksi. Myöhemmin toiselle redundanssille tehdyn määräaikaiskokeen yhteydessä todettiin dieselillä laukaiseva vika, joka tulkittiin olleen piilevänä puolet testivälistä. Yhtäaikainen käyttökunnottomuusaika oli tuolloin 7.4.2004 klo. 7.55–13.15.

**A.I.1e Toiminnan estävät yhteisviat ja****A.I.1f Potentiaaliset yhteisviat**

Tunnusluvut ovat kehitystyön alla. Viimeisimmät tulokset ovat vuodelta 2003, joten tuloksia ei raportoida tässä yhteydessä.

### A.1.1g Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset

#### Määritelmä

Tunnuslukuna seurataan laitoksen vioista aiheutuneiden tuotannonmenetysten osuutta nimellis-tuotannosta (brutto).

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuun saadaan voimayhtiöiden kuukausi- ja neljännesvuosiraporteista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvun avulla seurataan vikojen merkitystä laitoksen tuotannon kannalta.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Tomi Koskiniemi

#### Tunnusluvun tulkinta

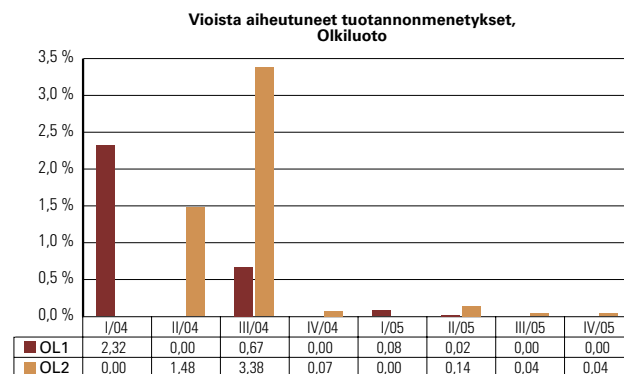
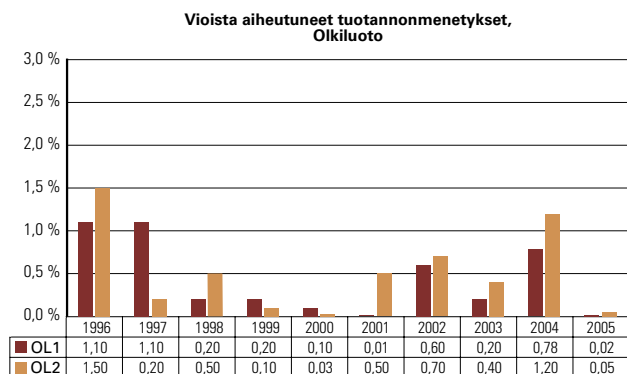
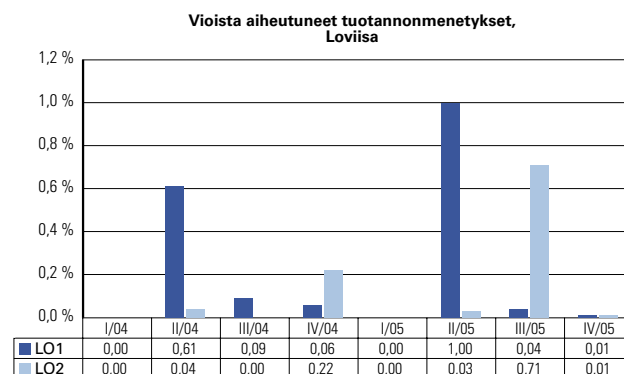
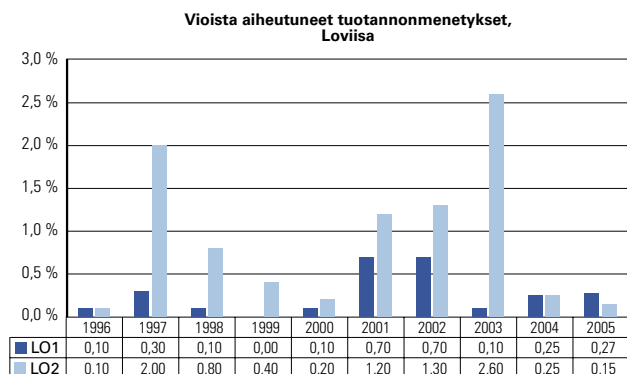
Vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat olleet sekä Loviisan että Olkiluodon laitossyksiköillä pieniä. Loviisa 2:n vuoden 1997 tavanomaisesta poikkeava tunnuslukuarvo johtuu vajaan viikon mittaisesta seisokista primääripiirin vuodon korjaamiseksi ja vuoden 2003 poikkeava arvo laitos-

yksikön toisen generaattorin staattorin vaihtotyöstä, joka kesti noin 41 vuorokautta aiheuttaen 2,6 %:n tuotannonmenetyksen.

Vuonna 2005 neljännesvuosittain tuotannonmenetykset ovat vaihdelleet satunnaisesti sekä Loviisan että Olkiluodon laitoksilla. Suhteellisesti suurin, hieman alle 1 %:n tuotannonmenetys tapahtui Loviisa 1:llä, kun toinen generaattoreista laukesi pois käytöstä staattorin maasulkusignaalin vuoksi. Yleisesti viat ovat kohdistuneet erillisiin, toisistaan riippumattomiin laitteisiin ja järjestelmiin.

Verrattaessa vuoden 2005 vioista aiheutuneita tuotannonmenetyksiä edellisiin vuosiin, nähdään, että Loviisan voimalaitoksella Loviisa 1:n tuotannonmenetykset ovat nousseet hyvin vähän vuosiin 2003 ja 2004 verrattuna ollen edelleen alhaiset. Loviisa 2:n arvo taas on selvästi laskenut vuosien 1996 ja 2000 tasolle saavuttaen Loviisa 1:n arvot.

Olkiluodon voimalaitoksen molempien laitosyksiköiden vioista aiheutuneet tuotannonmenetykset ovat laskeneet huomattavasti lähivuosista. Luvut vastaavat vuoden 2000 huippuarvoja. Tätä voidaan pitää hyvänä saavutuksena varsinkin, kun Olkiluoto 2:n vuosihuollossa 2005 tehtiin erittäin mittavia muutostöitä.



## A.1.2 Poikkeusluvut ja poikkeamat TTKE:sta

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan STUKin myöntämien turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) poikkeuslupien määrää ja TTKE:n vastaisten laitostilanteiden määrää.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuun kerätään voimayhtiöiden poikkeuslupahakemuksista ja tapahtumaraportteista.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan voimayhtiöiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaista toimintaa: TTKE:n noudattamista sekä tunnistettuja tarvetilanteita poiketa TTKE:sta, josta voidaan tehdä johdopäätöksiä myös TTKE:n asianmukaisuudesta.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Tomi Koskiniemi

### Tunnusluvun tulkinta

TTKE:n vastaiset tapahtumat, joita vuonna 2005 oli 4, sattuivat kaikki Olkiluodon voimalaitoksella. Tapahtumista kaksi on pitemmän aikavälin rikkomuksia, jotka tulivat vasta nyt valveutuneen toiminnan kautta esille.

Toisella neljänneksellä sattuneet TTKE:n vastaiset tapahtumat koskivat vuosihuolloissa sat-

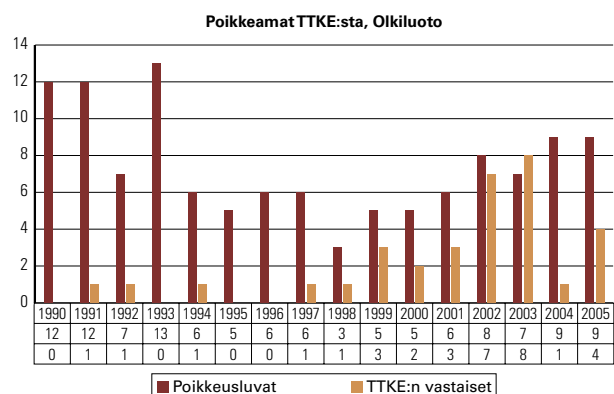
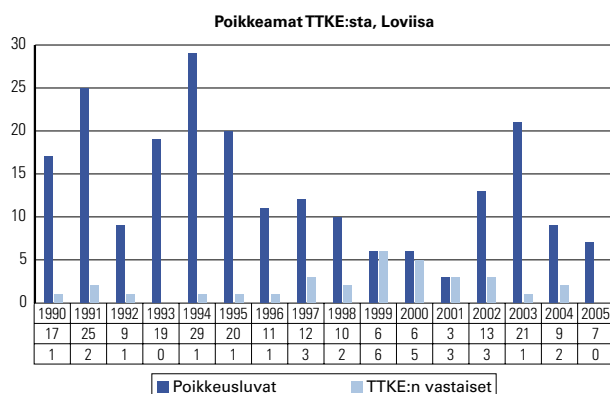
tuneita Olkiluoto 1:n reaktoripaineastian kannen nostokorkeuden ylitystä, joka on tapahtunut vuosina 1998–2004 sekä Olkiluoto 2:n katkaisijan toiminnasta aiheutunutta sähkökatkosta dieselvarmennetussa kiskossa ja samanaikaista D-subin dieselin käynnistymättömyyttä 2005.

Kolmannella neljänneksellä todetut TTKE:n vastaiset tapahtumat johtuivat yhden dieselin ilmanottoaukon peittämisestä dieselrakennuksen oven vaihdon yhteydessä sekä dieseltilojen hiilidioksidisammutusjärjestelmän (866) hälytyksen viikon välein tehtävän määräaikaiskoestuksen tekemättä jättämisestä vuosina 1998–2005.

Loviisan voimalaitoksella ei todettu yhtään TTKE:n vastaista tapahtumaa vuonna 2005.

Myönnettyjen poikkeuslupien (yhteensä 16 kpl) määrä on pysynyt molemmilla laitoksilla viime vuoden tasolla: Olkiluodossa trendi on ollut nousujohteinen (9 kpl), mikä johtuu suurelta osin laitoksen modernisoinnista sekä Olkiluoto 3:en rakentamiseen liittyvistä asennuksista. OL3:n edetessä voidaan olettaa, että poikkeuslupia tullaan tarvitsemaan vähintään saman verran jatkossakin.

Loviisassa poikkeuslupien määrä on viime vuosina ollut selvästi laskussa saavuttaen kohtuullisen hyvän tason 2004 (9 kpl) sekä nyt 2005 (7 kpl). Loviisassa poikkeuslupia tarvitaan yleisesti ottaen enemmän kuin Olkiluodossa, koska laitoksen järjestelmät ovat suurelta osin suunniteltu kaksisiredundanttisiksi (vrt. Olkiluodon 4 redundanttisuus), jolloin käytön aikaiset korjaukset tai muutostyöt vaativat lähes aina poikkeuslupaa.



### A.1.3 Turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys

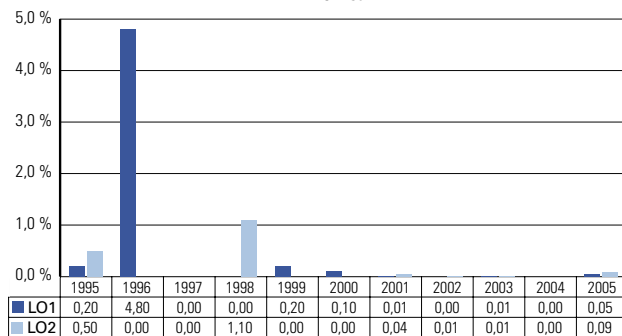
#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyttä laitostyöyksikkökohtaisesti. Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla seurataan suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmää (322), apusyöttövesijärjestelmää (327) ja varavoimadieselgeneraattoreita (651...656) ja Loviisan voimalaitoksella seurataan korkeapaineista hätäsisävesijärjestelmää (TJ), hätäsyöttövesijärjestelmää (RL92/93, RL94/97) ja varavoimadieselgeneraattoreita (EY).

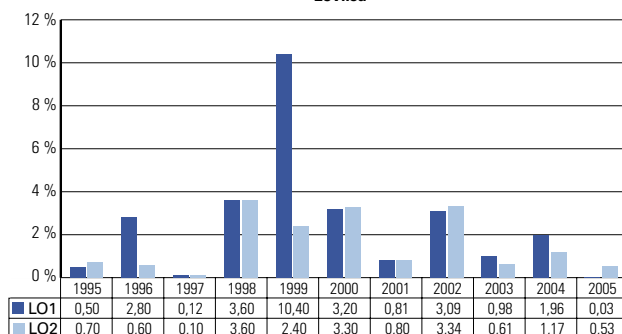
Pääpiirteissään tunnuslukuna lasketaan järjestelmän epäkäytettävyysajan ja käytettävyysvaatimuksena olevan ajan suhdetta. Epäkäytettävyysaika on rinnakkaisten osajärjestelmien yhteenlaskettu epäkäytettävyysaika jaettuna osajärjestelmien lukumäärällä. Se ei kerro, onko useita osajärjestelmiä ollut samaan aikaan pois käytöstä. Osajärjestelmän epäkäytettävyysaikaan lasketaan laitteiden suunnitellun huollon vaatima aika sekä vikojen aiheuttama epäkäytettävyysaika. Jälkimmäiseen sisältyy korjausajan lisäksi arvioitu epäkäytettävyysaika ennen vian paljastumista. Arvioitaessa vian syntyneen edellisessä onnistuneessa koestuksessa mutta jääneen huomaamatta, epäkäytettävyys lisätään määräaikaikoestusten välinen aika. Jos vikautuminen on tapahtunut koestusten välisenä aikana niin, ettei sen tapahtumisaikakohtaa tunneta, lisätään epäkäytettävyys puolet koestusten välisestä ajasta. Kun vian synty pystytään tunnistamaan käyttö-, huolto- tai koestustoimenpiteeseen tai muuhun tapahtumaan, niin epäkäytettävyys lisätään tapahtuman ja vian havaitsemisen välinen aika.

Käytettävyysvaatimusaikana laskennassa 322, 327, TJ- ja RL-järjestelmillä on laitoksen vuotuiset kriittisyystunnit ja dieselien osalta käytettävyysvaatimus on jatkuva eli vuotuiset tuntimäärät.

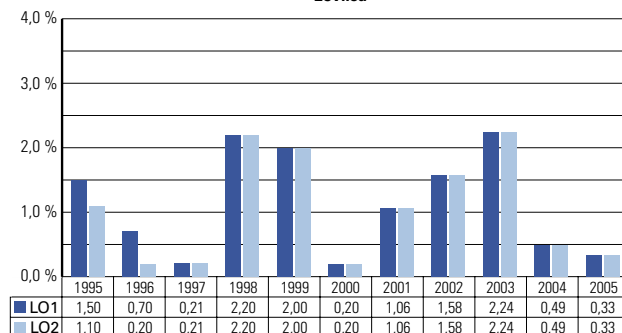
Korkeapaineisen hätäsisävesijärjestelmän (TJ) epäkäytettävyys, Loviisa



Hätäsyöttövesijärjestelmän (RL92/93, RL94/97) epäkäytettävyys, Loviisa



Dieseiden (EY) epäkäytettävyys, Loviisa





## Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijan edustajat toimittavat tunnuslukuihin tarvittavat tiedot STUKin vastuuhenkilöille.

## Tarkoitus

Tunnusluku antaa kuvan turvajärjestelmien epäkäytettävyydestä. Tunnusluvun avulla on mahdollisuus valvoa turvallisuusjärjestelmien kuntoa ja sen kehittymistä.

## Vastuutoimisto ja -henkilöt

Turvallisuuden hallinta (TUR),  
paikallistarkastajat

Pauli Kopiloff (Loviisan laitoksen tiedot)

Jarmo Kosi (Olkiluodon laitoksen tiedot)

## Tunnusluvun tulkinta

Tunnuslukujärjestelmään valittujen turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyydet ovat olleet hyväksyttävän alhaisella tasolla.

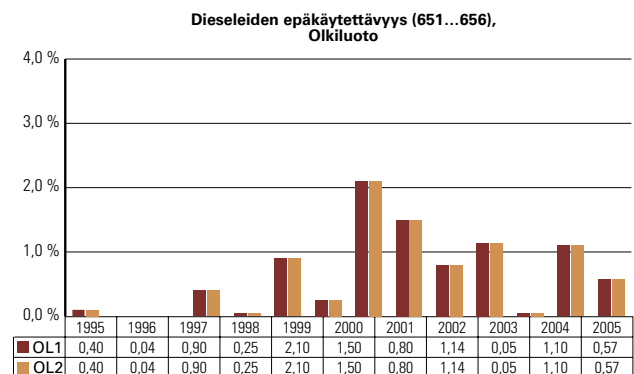
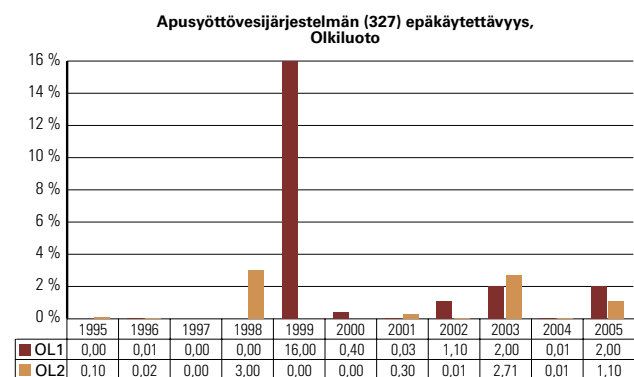
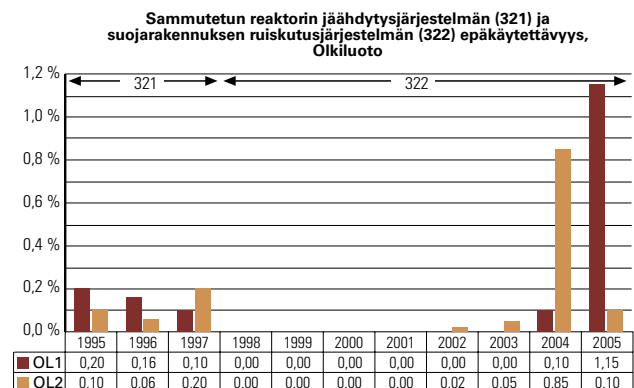
Loviisan laitoksyksiköillä turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys on laskenut tai pysynyt erittäin pienenä kaikkien seurattavien järjestelmien (TJ, RL92-97, EY) osalta viime vuosina. Dieseljärjestelmien epäkäytettävyyden nousu 2001–2003 johtui merkittävältä osin siitä, että tunnuslukuun oli virheellisesti otettu mukaan ruiskutusjärjestelmän diesel EY05.

Olkiluodon laitoksella suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän epäkäytettävyys on kokonaisuutena kasvanut hieman, mutta toisaalta laitossyksiköiden välillä epäkäytettävyydet ovat jakautuneet päinvastoin kuin viime vuonna.

Apusyöttövesijärjestelmän epäkäytettävyys on Olkiluodon laitossyksiköillä noussut merkittävästi vuodesta 2004, jolloin järjestelmän epäkäytettävyys oli käytännössä nolla. Luku on vastaavalla tasolla kuin vuonna 2003.

Dieseiden epäkäytettävyys näyttää laskeneen noin puoleen vuoden 2004 luvuista. Vuoden 2005

dieseiden epäkäytettävyys vastannee pitkän ajan keskiarvoa.



## A.1.4 Säteilyaltistus

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan kollektiivista säteilyaltistusta laitospaikkakohtaisesti sekä laitostyöyksikkökohtaisesti ja kymmenen suurimman vuosittaisen säteilyaltistuksen keskiarvoa.

### Tiedot

Tiedot kollektiivisen säteilyaltistuksen osalta saadaan neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. Tiedot henkilökohtaisista säteilyannoksista saadaan valtakunnallisesta annosrekisteristä.

### Tarkoitus

Tunnusluvuilla valvotaan ja seurataan työntekijöiden säteilyaltistusta. Lisäksi seurataan STUKin YVL-ohjeen mukaista kollektiivisen säteilyannoksen raja-arvon noudattamista yhdellä laitostyksiköllä kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona. Raja-arvo, 2,5 manSv yhden gigawatin nettosähkötehoa kohden, merkitsee yhdelle Loviisan laitostyksikölle 1,22 manSv säteilyannosta ja yhdelle

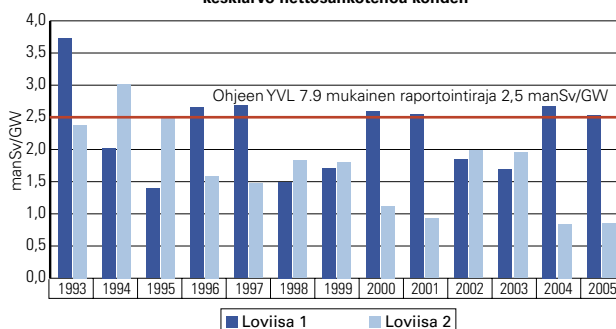
Olkiluodon laitostyksikölle 2,10 manSv säteilyannosta. Kollektiiviset säteilyannokset kuvaavat laitoksen ALARA-ohjelman onnistumista. Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo antaa kuvan siitä, kuinka lähellä 20 mSv:n annosrajoitetta ydinvoimalaitostyöntekijöiden henkilökohtaiset annokset ovat kuvaten samalla laitoksen säteilysuojelusta vastaavan yksikön toiminnan tehokkuutta.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

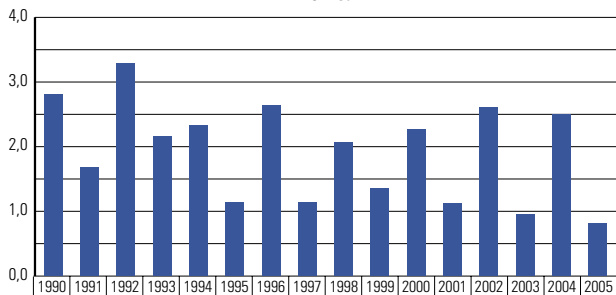
Säteilysuojelu (SÄT)

Suvi Ristonmaa

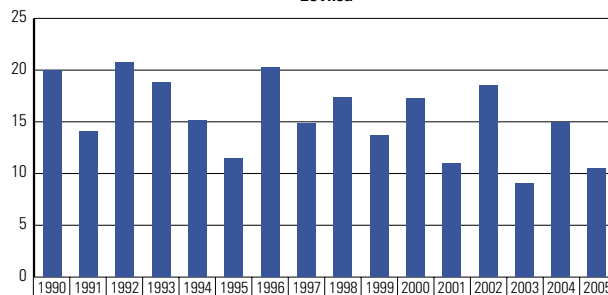
Loviisa 1 ja 2  
Kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten keskiarvo nettosähkötehoa kohden



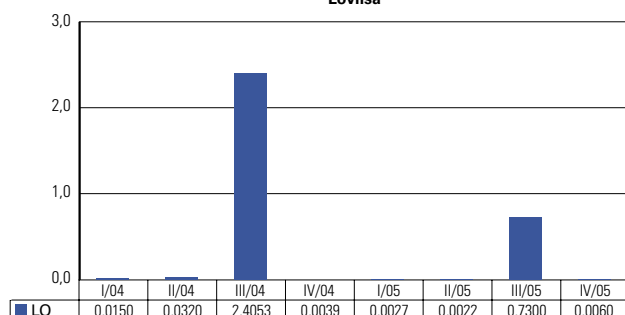
Kollektiivinen säteilyannos (manSv),  
Loviisa



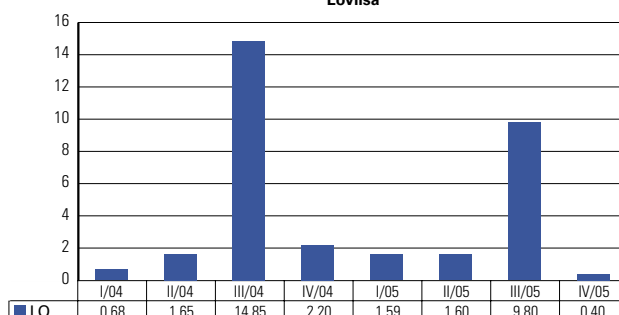
Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv),  
Loviisa



Kollektiivinen säteilyannos (manSv),  
Loviisa



Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv),  
Loviisa



### Tunnusluvun tulkinta

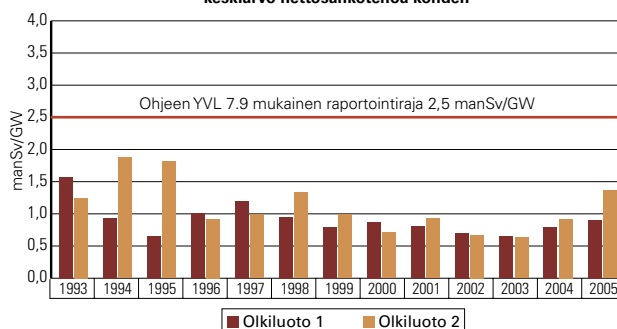
Säteilyannokset kertyvät pääasiassa seisokeissa tehtyjen töiden aikana, joten vuosihuoltoseisokkien pituus ja säteilysuojelullisesti merkittävien töiden määrä vaikuttavat vuosittaisiin säteilyannoksiin. Olkiluodon voimalaitoksen kollektiivinen säteilyannos oli edeltäviä vuosia suurempi johtuen etenkin Olkiluoto 2:n vuosihuoltoseisokista, joka oli henkilö- ja työmäärältään poikkeuksellisen laaja.

Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilyannokset alittavat henkilökohtaiset annosrajat. Säteilyasetuksen (1512/1991) mukaan säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv.

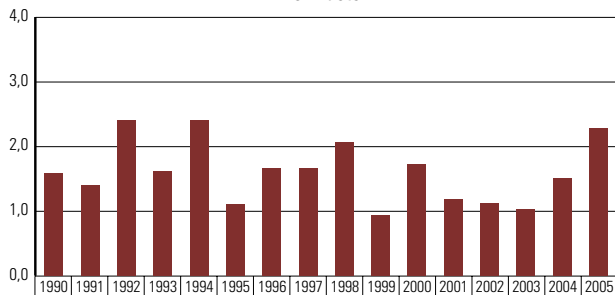
Jos yhdellä laitosyksiköllä henkilökunnan kollektiivinen säteilyannos kahden peräkkäisen vuoden keskiarvona ylittää arvon 2,5 manSv yhden GW:n nettosähkötehoa kohden, niin voimayhtiön tulee raportoida ylittämisen syyt sekä sen vuoksi mahdollisesti tarpeelliset säteilyturvallisuuden

parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille (ohje YVL 7.9). Loviisan ydinvoimalaitoksella raja ylittyi. Ylitykseen vaikutti erityisesti Loviisa 1:n pitkässä vuosihuoltoseisokissa 2004 kertynyt kollektiivinen säteilyannos (1,93 manSv). Voimalaitos on raportoinut ylittämisen syyt sekä tarpeelliset säteilyturvallisuuden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet STUKille.

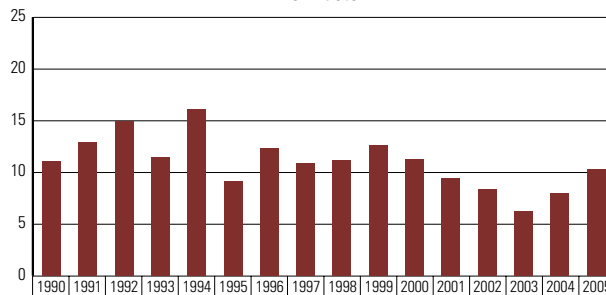
**Olkiluoto 1 ja 2**  
Kahden peräkkäisen vuoden kollektiivisten annosten keskiarvo nettosähkötehoa kohden



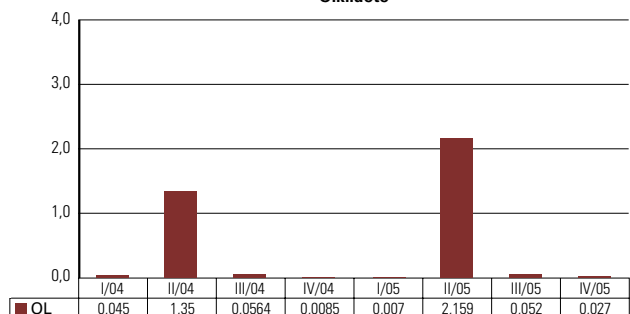
**Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto**



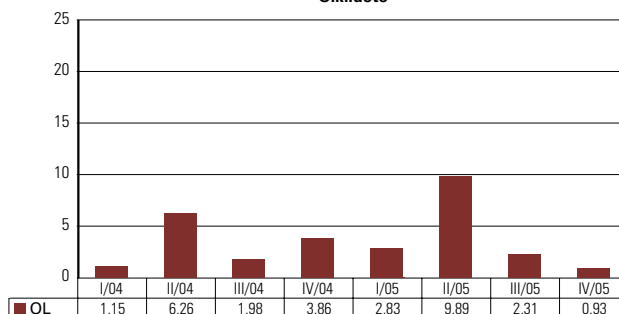
**Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto**



**Kollektiivinen säteilyannos (manSv), Olkiluoto**



**Kymmenen suurimman annoksen keskiarvo (mSv), Olkiluoto**



## A.1.5 Päästöt

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitosten radioaktiivisia vesistö- ja ilmapäästöjä (TBq) ja niiden perusteella laskettua ympäristön altistuneimman henkilön saamaa annosta.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöiden neljännesvuosi- ja vuosiraporteista. STUKin tutkimus- ja ympäristövalvontaosasto (TKO) laskee ympäristön altistuneimman henkilön laskennallisen annoksen ja toimittaa sen tunnusluvun vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan radioaktiivisten päästöjen määrää ja kehittymistä sekä arvioidaan muutoinkin vaikuttaneita syitä.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Säteilysuojelu (SÄT), Suvi Ristonmaa

(päästötiedot)

Tutkimus- ja ympäristövalvontaosasto (TKO),  
Ydinvoimalaitosten ympäristö (YVL)

Seppo Klemola (annoslaskenta)

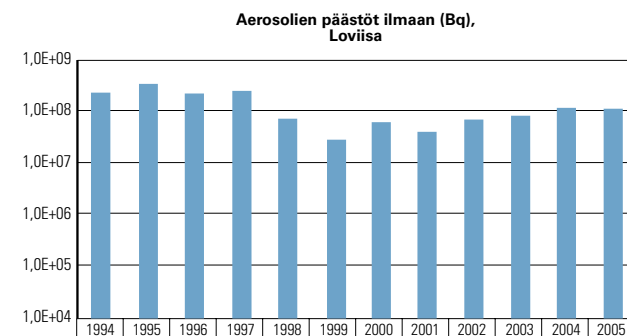
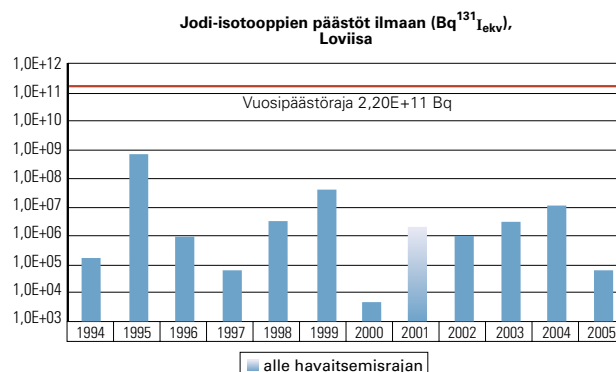
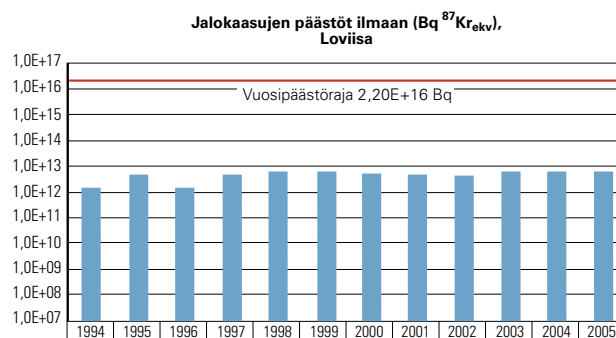
### Tunnusluvun tulkinta (päästöt ilmaan)

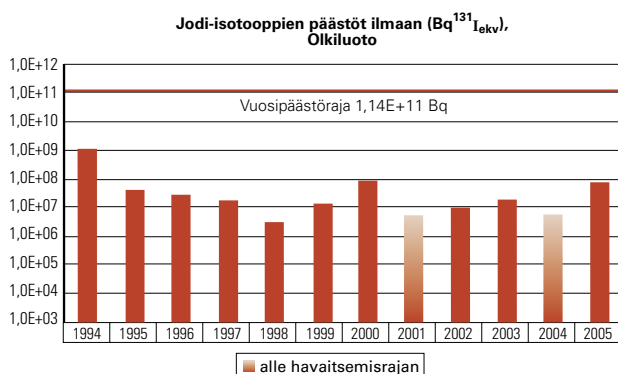
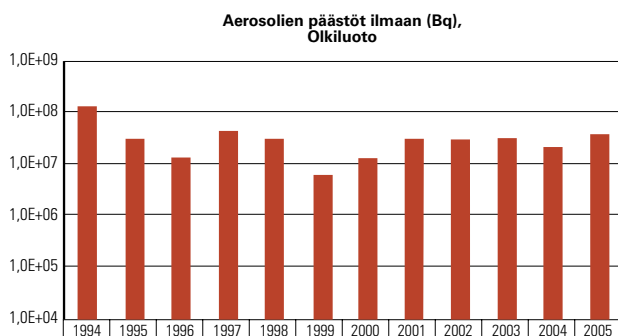
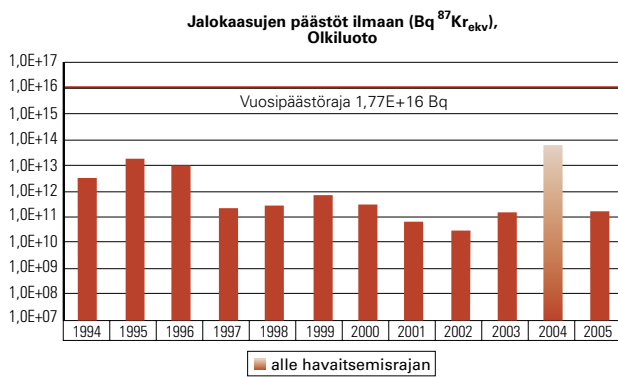
Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat pienet. Ne alittavat selvästi asetetut päästörajat.

Kaasumaiset fissiotuotteet jalokaasu- ja jodi-radionuklidit ovat peräisin vuotavista polttoainesauvoista, polttoaineen suojakuorten ulkopinnoille valmistusvaiheessa jäävästä vähäisestä uraanimäärästä ja aikaisempien polttoainevuotojen aiheuttamasta reaktorin pintakontaminaatiosta. Sekä Loviisan että Olkiluodon laitossyöksiköillä polttoainevuotojen määrät ovat olleet hyvin pienet. Tunnusluvut A.III.1 kuvaavat polttoaineen tiiveyttä. Loviisan voimalaitoksen jalokaasupäästöissä hallitsevana on argon 41. Se on reaktoripaineas-

tian ja pääsäteilysuojan välisessä ilmassa olevan argon 40:n aktivointituote. Aerosolinuklideja (mm. aktivoituneita korroosiotuotteita) vapautuu mm. huoltotöiden yhteydessä.

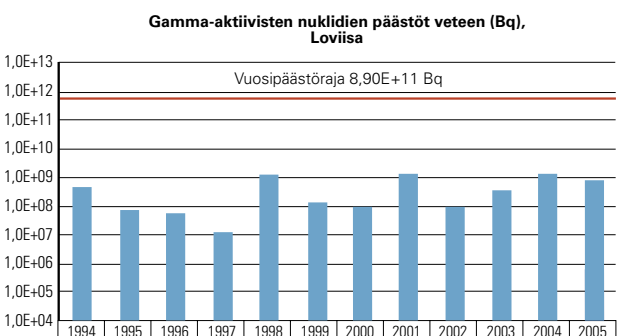
Molempien voimalaitosten jalokaasu- ja aerosolipäästöt olivat samaa suuruusluokkaa kuin edeltävinä vuosina. Loviisan jodipäästö oli pienempi kuin edeltävinä vuosina.



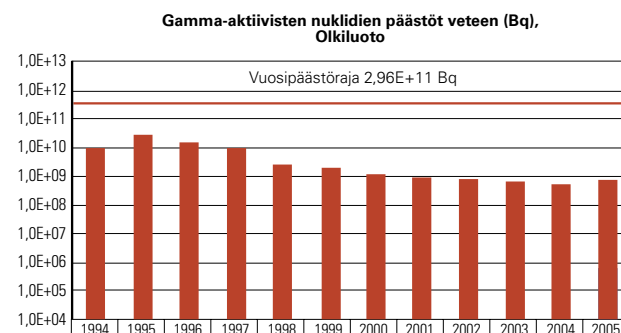


### Tunnusluvun tulkinta (päästöt mereen)

Loviisan päästöt mereen olivat edellistä vuotta hieman pienempiä. Voimalaitos laski matala-aktiivista haihdutusjätettä suunnitellusti mereen vuonna 2004.



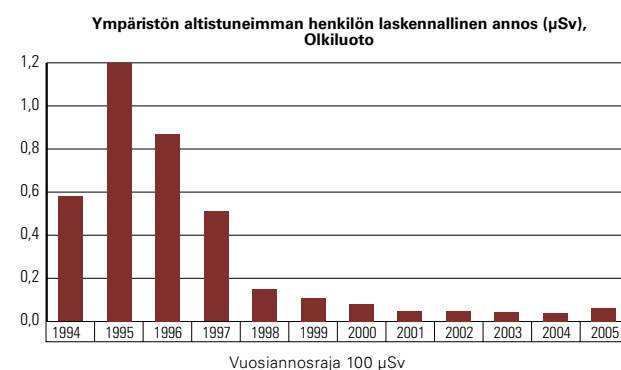
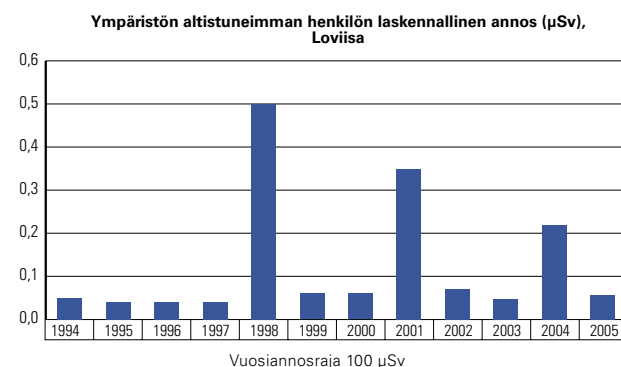
Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästöt mereen ovat pienentyneet, koska laitos on ottanut käyttöön uusia prosessivesien puhdistus- ja käsittelylaitteistoja.



### Tunnusluvun tulkinta (päästöistä aiheutuva laskennallinen säteilyannos)

Laitoksen päästöistä aiheutuva ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos oli Olkiluodossa samaa luokkaa edellisvuoteen verrattuna. Loviisassa annos oli pienempi kuin edeltävänä vuonna. Vuoden 2004 annokseen vaikutti matala-aktiivisen haihdutusjätteen suunniteltu lasku mereen.

Molempien laitosten osalta annokset ovat alle 0,1 % valtioneuvoston päätöksessä (395/1991) asetetusta rajasta 100 mikroSv.



## A.1.6 Dokumentaatiomuutosten toteutuminen muutostöiden yhteydessä

### Määritelmä

Tunnuslukualueella seurataan laitosmuutoksista aiheutuneita asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista ennen laitoksen käynnistämistä seuraavasta vuosihuollosta. Asiakirjat, joiden ajantasaisuutta seurataan ovat: turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE), lopullinen turvallisuusseloste (FSAR), turvallisuusluokitusasiakirjat ja -kaaviot, PSA-dokumentaatio, käyttöohjeet, kunnossapito-ohjeet ja kaaviokuvat. Tunnuslukuna seurataan toteutuneiden asiakirjamuutosten lukumäärän suhdetta tunnistettujen asiakirjamuutosten lukumäärään.

### Tiedot

Tunnusluvun laskennassa tarvittavat tiedot saadaan STUKin ylläpitämästä laitosmuutosrekisteristä.

### Tarkoitus

Seurataan laitoksen laadunvarmistusta ja kykyä ylläpitää laitosdokumentaatiota.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Laitoshankkeet (HAN)

Tapani Virolainen

### Tunnusluvun tulkinta

Asiakirjamuutosten tunnistaminen tapahtuu Loviisan laitoksen osalta pääasiassa ennakkotarkastusaineistojen etulehtien ja koulutustiedotteiden avulla. Apuna muutosten tunnistamisessa käytetään myös Loviisan laitoksella ylläpidettävää listaa käyttöohjeistoon tarvittavista muutoksista. Olkiluodon laitoksen osalta tunnusluku perustuu muutostöiden projektinhallintajärjestelmään (PH2), josta löytyvät muutostöiden asiakirjamuutostarpeita ja niiden toteutumista kuvaavat valvontalomakkeet (AV-lomakkeet). STUK lisäksi tarkastaa asiakirjamuutosten toteutumisen (TTKE, käyttöohjeisto ja PI-kaaviot) kummankin laitoksen päävalvomoissa.

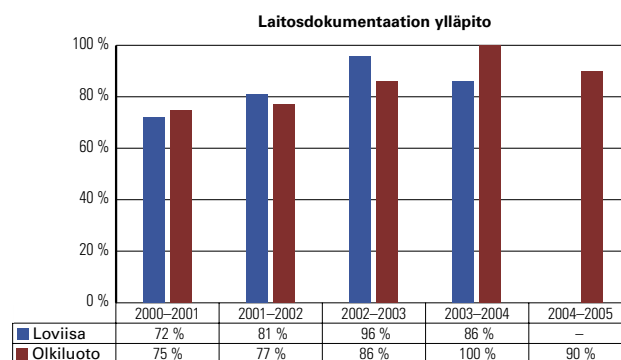
Loviisan laitoksella ei seurantajaksolla ollut merkittäviä muutostöitä, joita olisi seurattu laitosmuutosrekisterin avulla.

Olkiluodon osalta tunnusluku perustuu Olkiluoto 2 laitousyksiköillä vuosihuollossa R205 toteutettujen muutostöiden tunnistettuihin asiakirjamuutostarpeisiin ja niiden toteumaan (muutostarve/toteutunut). Olkiluoto 1:llä ei tehty merkittäviä muutostöitä vuonna 2005.

Tehdyn pistokoemaisen tarkastuksen perusteella todettiin, että päävalvomossa tehty muutostöistä aiheutuvat asiakirjamuutokset vuosihuollossa R205 oli pääosin tehty. Havaittua TTKE-muutoksen huomioimatta jättämistä (määräaikaiskoe 683-5, jonka suorittaminen ei ole REMES-muutosten johdosta enää mahdollista) voidaan pitää turvallisuuden kannalta merkityksettömänä. Laskettu indikaattori osoittaa asiakirjamuutosten päivitysten onnistuneen edellisten vuosien tapaan kohtuullisen hyvin.

Esitettyjen asiakirjojen perusteella voidaan uutena käytäntönä todeta, että yksittäisten muutostöiden aiheuttamat asiakirjamuutokset on nyt dokumentoitu laitoksella projektikohtaisesti. Esitetyt listat ohjemuutoksista yhdistävät yksittäisen ohjemuutoksen tiettyyn muutostyöhön.

TVO:n tulisi kiinnittää huomiota PI-kaavioiden päivitysrutiineihin vuosihuoltotöiden yhteydessä. Laitoksen käynnistyksen yhteydessä valvomossa tulisi olla puhtaaksi piirretyt, hyväksytyt PI-kaaviot.





## A.1.7 Laitoksen parantaminen

### Määritelmä

Laitosten ylläpito- ja muutosinvestoinnit nykyra-  
hassa korjattuna rakennuskustannusindeksillä.

### Tiedot

Luvanhaltija toimittaa tunnuslukuun tarvittavat  
tiedot suoraan vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

Seurataan laitoksen ylläpitoon käytettävien inves-  
tointien määrää ja investointien vaihtelua.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Laitoshankkeet (HAN)

Tapani Virolainen

### Tunnusluvun tulkinta

Tunnusluvulla osoitetaan investointien suhteelli-  
nen vaihtelu. Euromääräiset summat ovat ao. yhti-  
öiden liiketietoa, jota ei tässä yhteydessä julkaista.  
Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten investointi-  
ja perusparannuskuvien skaalat eivät myöskään  
ole keskenään verrannolliset.

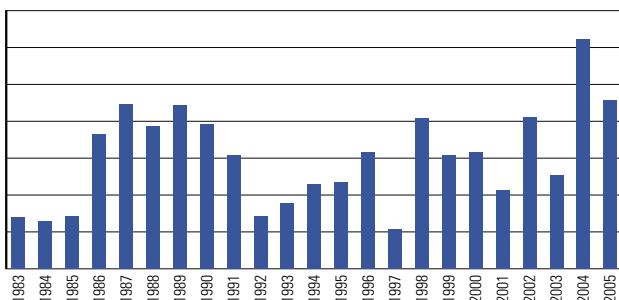
Tunnusluvun vaihtelussa näkyy selkeästi lai-  
tosten tehonkorotuksiin ja modernisointiprojek-  
teihin liittyvät investoinnit vuosina 1997–2000.

Vuosien 2004–2005 investoinnit ovat sekä Loviisan  
että Olkiluodon laitoksilla keskimääräistä kor-  
keammalla tasolla. Vuodesta 2004 lähtien Loviisan  
luvun sisältö on muuttunut siten, että vuosihuol-  
toon liittyvät sykliset ennakko- ja QC-tar-  
kastukset luetaan investoinneiksi. Muutos johtuu  
IFRS-raportoinnin käyttöönotosta.

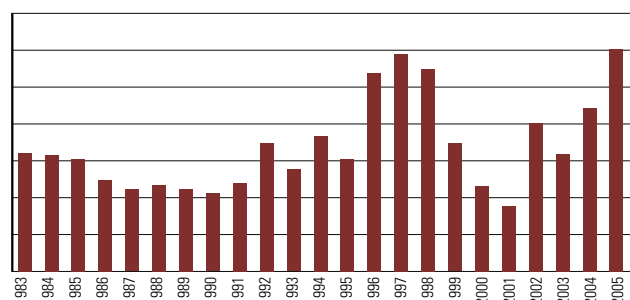
Loviisan voimalaitoksella vuonna 2005 uudis-  
tettiin kunnossapidon ja materiaalihallinnon ohja-  
usjärjestelmät, saneerattiin laboratoriorakennusta  
sekä edettiin nestemäisten jätteiden kiinteytys-  
laitokseen, uuteen paloasemaan ja automaatiouu-  
distukseen liittyvissä töissä. Laitosyksiköillä uu-  
sitaan hätäjäähdytyspumppuja lähivuosina, josta  
aiheutui kustannuksia jo vuodelle 2005. Muita  
pääinvestointeja olivat generaattorien staattoriuu-  
distus, polttoainetelineiden uudistuksen alkami-  
nen, reaktorin tukikorien ruuvien korjaukset sekä  
henkilömonitorien uusinta.

Olkiluodon voimalaitoksen pääinvestoinnit  
vuonna 2005 liittyivät turbiinilaitoksen uudistus-  
projektiin, jonka yhteydessä uusittiin korkeapai-  
neturbiini, välitulistimet, turbiiniautomaatio ja  
kytkinlaitosten kojeistoja Olkiluoto 2:lla. Samassa  
yhteydessä myös laitosyksikön reaktorin höyryn-  
kuivain uusittiin. Lisäksi Olkiluodossa aloitettiin  
kaasuturbiinilaitoksen rakentaminen.

Investoinnit ja perusparannukset, Loviisa



Investoinnit ja perusparannukset, Olkiluoto



## A.II Käyttötapahtumat

### A.II.1 Tapahtumien määrä

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisen raportoitujen tapahtumien: erikoisraportoidut tapahtumat, reaktorin pikasulut ja käyttöhäiriöt, lukumääriä.

#### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin saadaan STUKin asiakirjojen hallintajärjestelmästä (YTD) ja tai TURin ylläpitämästä tapahtumien seurantataulukosta.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan turvallisuuden kannalta tärkeiden tapahtumien määrää.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

Jukka Kupila

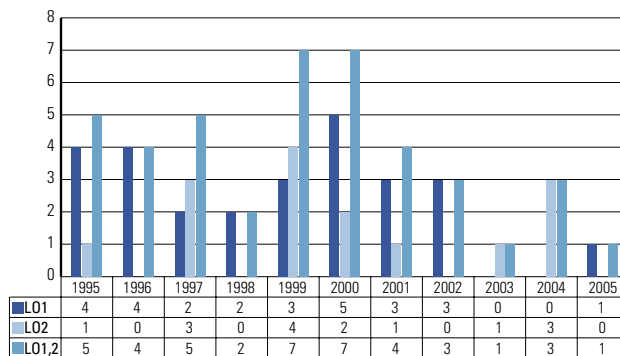
#### Tunnusluvun tulkinta

#### Loviisa

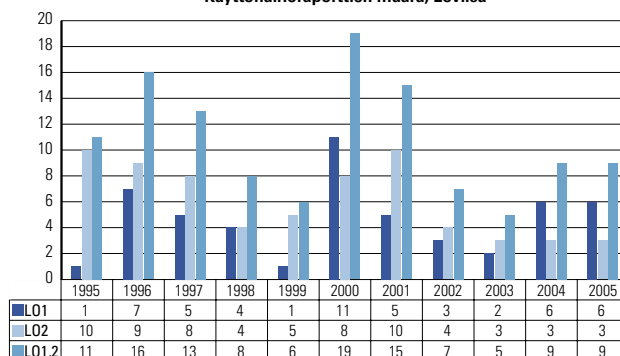
Loviisan laitostyksiköillä ei tapahtunut yhtään reaktoripikasulkua vuonna 2005. Erikoisraportoituja tapahtumia oli yksi, joka liittyi korkean meriveden pinnan aiheuttamaan varautumistilanteeseen. Loviisan ydinvoimalaitoksella oli vuonna 2005 yhdeksän tapahtumaa, joista toimitettiin STUK:lle käyttötapahtumaraportti.

Erikois- ja käyttötapahtumaraporttien määrä ei edellytä erityistä huomiota. Tyypillisesti käyttöhäiriöt aiheutuivat pääkiertopumppujen toiminnassa tapahtuneista häiriöistä.

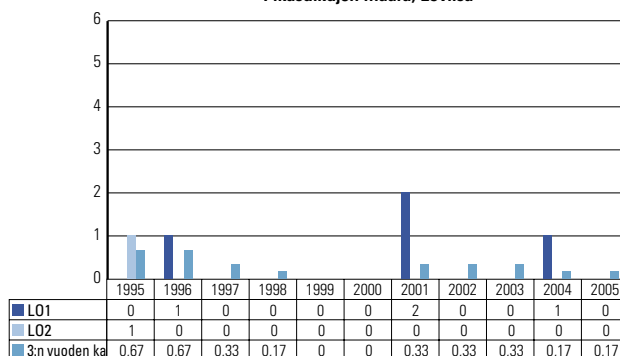
Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Loviisa



Käyttöhäiriöraporttien määrä, Loviisa



Pikasulkujen määrä, Loviisa

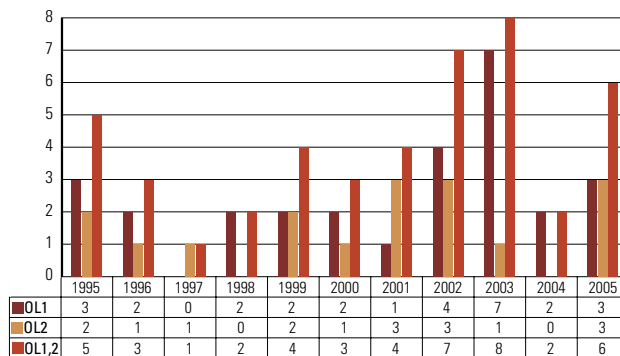


**Olkiluoto**

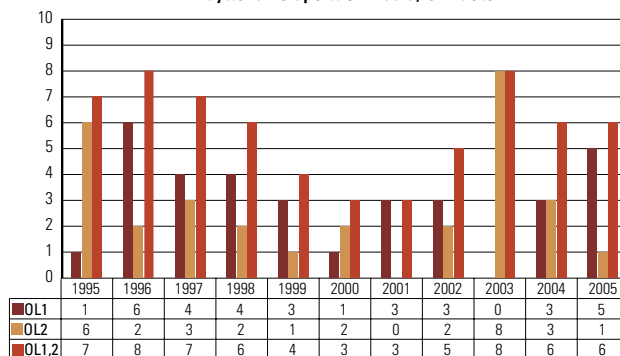
Olkiluodon laitosyksiköillä ei tapahtunut yhtään reaktoripikasulkua vuonna 2005. Kuitenkin yleisesti laitoksen käyttötoiminnassa on ollut puutteita, jotka näkyvät erikoisraportoitujen tapahtumien perussyinä. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella oli vuonna 2005 kuusi erikoisraportoitua tapahtumaa. Käyttötapahtumaraportoidut tapahtumat ovat myös pääosin johtuneet yleisemmistä puutteista toiminnassa, mutta ne eivät varsinaisesti ole aiheuttaneet ongelmia reaktorin käytölle. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella oli vuonna 2005 kuusi tapahtumaa, joista toimitettiin STUKille käyttötapahtumaraportti.

Erikois- ja käyttötapahtumaraporttien määrä ei edellytä erityistä huomiota. Erikoisraportoitujen tapahtumien luonteesta johtuen STUK on kiinnittänyt huomiota TVO:n käyttökokemustoiminnan tehokkuuteen ja asiaa on käsitelty TVOn ja STUKin välillä.

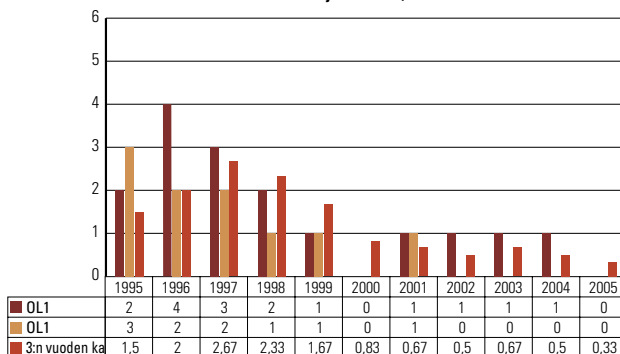
Erikoisraportoitujen tapahtumien määrä, Olkiluoto



Käyttöhäiriöraporttien määrä, Olkiluoto



Pikasulkujen määrä, Olkiluoto



## A.II.2 Tapahtumien merkitys

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitteiden epäkäytettyyyksien riskimerkitystä. Riskimittana käytetään kuhunkin tapahtumaan liittyvää ehdollista sydänvauriotodennäköisyyden kasvua (CCDP). Tapahtumat on jaettu kolmeen ryhmään: 1) laitevioista aiheutuvat epäkäytettävyydet, 2) suunnitellut epäkäytettävyydet ja 3) alkutapahtumat. Tapahtumat on lisäksi jaettu niiden riskimerkityksen (CCDP, Conditional Core Damage Probability) perusteella kolmeen kategoriaan: riskin kannalta merkittävimmät tapahtumat ( $CCDP \geq 1E-7$ ), muut merkitykselliset tapahtumat ( $1E-8 \leq CCDP < 1E-7$ ) ja muut tapahtumat ( $CCDP < 1E-8$ ). Tunnuslukuna on kuhunkin kategoriaan sijoittuvien tapahtumien lukumäärä.

STUKin myöntämällä poikkeusluvalla tehtävistä töistä aiheutuvat epäkäytettävyydet ovat mukana ryhmässä 2. Mahdolliset TTKE-rikkomukset ovat ryhmässä 1, mikäli ne soveltuvat hyödynnettäviksi tässä tunnusluvussa. TTKE-rikkomuksia käsitellään lisäksi tunnusluvun A.I.2.

Huom! Loviisan laitoksen osalta laskut perustuvat sisäisten alkutapahtumien malliin, joten niitä tulee pitää vain suuntaa antavana.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukujen laskentaan kerätään voimayhtiöiden raporteista ja poikkeuslupahakemuksista.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan laitteiden käyttökunnottomuuden riskimerkitystä ja arvioidaan riskin kannalta merkittäviä alkutapahtumia ja suunniteltuja epäkäytettävyyksiä. Erityistä huomiota analysointiprosessissa kiinnitetään toistuviin tapahtumiin, yhteisvikoihin, samanaikaisiin vikoihin ja inhimillisiin virheisiin. Tapahtumien analysoinnissa pyritään järjestelmällisesti tunnistamaan myös organisaatio- ja turvallisuuskulttuurin heikkenemistä indikoivia merkkejä.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Riskianalyysit (RIS), Ari Julin (PSA laskut)  
Turvallisuuden hallinta (TUR) (vikatiedot)

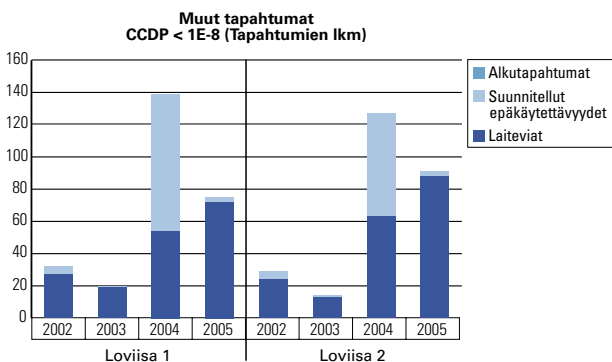
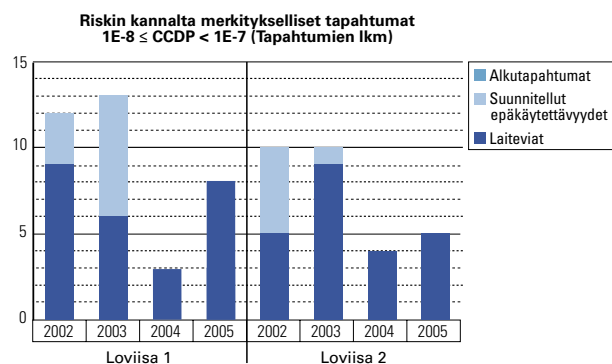
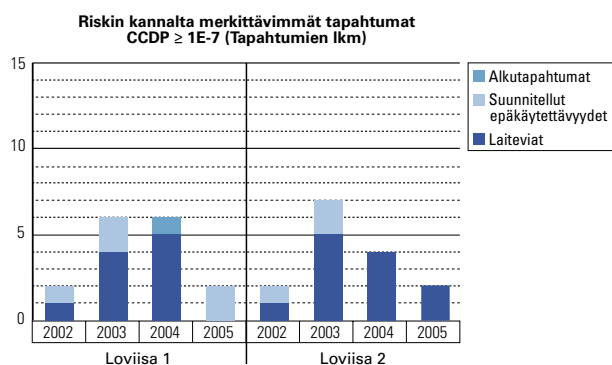
## Tunnusluvun tulkinta

### Loviisa

Loviisa 1:llä merkittävin tapahtuma oli automaattiorakennusten rakentamisen vaatima valvomora-kennuksen kojetilojen ja päävalvomon ilmajäähdytysjärjestelmään kuuluvan ilmalauhduttimen 12UV25B004 siirtäminen turpiinihallin seinän viereltä turpiinihallin katolle. Työ tehtiin STUKin poikkeusluvalla (A272/182).

Muut merkittävät viat liittyivät piileviin vikoihin sivumerivesijärjestelmässä VF (Loviisa 1) ja hätäsyöttövesijärjestelmässä RL92 (Loviisa 2).

Ohjeen YVL 1.5 mukainen raportointi kaikkien TTKE:n alaisten laitteiden käyttökunnottomuuksista kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa on lisännyt riskin kannalta vähämerkityksellisten ( $CCDP < 1E-8$ ) tapahtumien määrää analyysissä, mikä näkyy hyvin oheisissa kuvissa. Aiemmin



analyysistä karsittiin pois osa nyt analysoiduista tapahtumista.

Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.

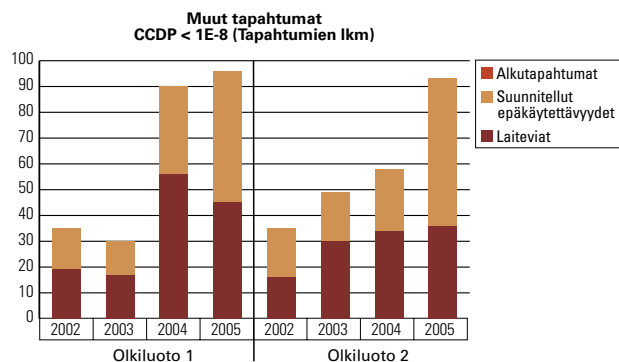
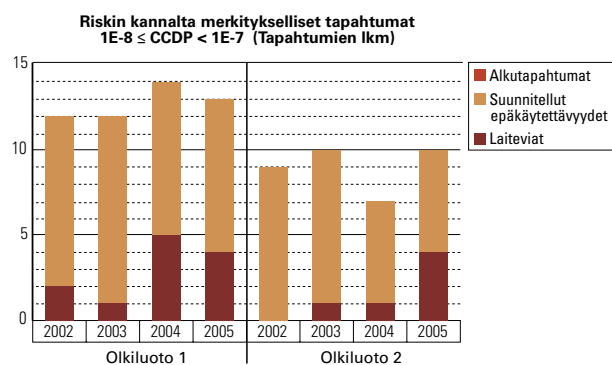
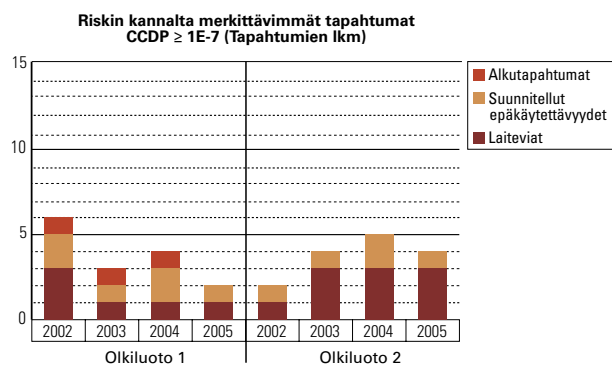
### *Olkiluoto*

Merkittävimmät tapahtumat liittyivät molemmilla laitosyksiköillä STUKin poikkeusluvalla (C272/140) tehtyihin 712-pumppukuoppien korjauksiin. Kyseisten töiden riskimerkitys on lisääntynyt poikkeuslupahakemuksessa esitetystä arviosta PSA:han mallinnettujen, aiemmin tunnistamattomien, riskitekijöiden johdosta.

Muut merkittävät tapahtumat liittyivät suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän (322), apusyöttövesijärjestelmän (327) ja hätä dieselgeneraattorijärjestelmän (653) piileviin vikoihin.

Ohjeen YVL 1.5 mukainen raportointi kaikkien TTKE:n alaisten laitteiden käyttökunnottomuuksista kuukausi- tai neljännesvuosiraporteissa on lisännyt riskin kannalta vähämerkityksellisten ( $CCDP < 1E-8$ ) tapahtumien määrää analyysissä, mikä näkyy hyvin oheisissa kuvissa. Aiemmin analyysistä karsittiin pois osa nyt analysoiduista tapahtumista.

Analysoituja tapahtumia voidaan pitää ydinvoimalaitoksen normaaliin käyttöön kuuluvina eivätkä ne aiheuttaneet lisätoimenpiteitä STUKin taholta.



## STUKin pysyviin tavoitteisiin liittyvät riskitunnusluvut

STUKin toiminnan vaikuttavuustunnuslukuihin on sisällytetty mm. ydinlaitosten onnettomuus-riskiin vaikuttavien laitteiden kunnon kannalta seuraava tavoite: ”Ydinlaitosten laitteiden kunto kehittyä niin, että onnettomuusriski pienenee tai pysyy ennallaan.”

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan käyttötapahtumien PSA:n avulla laskettua riskimerkitystä ja tunnuslukuna on niiden yhteenlaskettu kokonaisriski vuotuisesta sydänvaurioriskistä. Tarkasteltavat kohdealueet ovat TTKE-poikkeuslupahakemukset, TTKE-laiteviat, TTKE:n alaisten laitteiden ennakko-kohtuotot ja muut suunnitellut erotukset. STUKin sisäiseksi tavoitteeksi on asetettu, että tunnusluku ei ylitä arvoa 5 %.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukujen laskentaan kerätään voimayhtiöiden raporteista ja poikkeuslupahakemuksista.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan TTKE:n alaisten laitteiden käyttökunnottomuuden riskimerkitystä ja

valvotaan samalla suunniteltujen erotusten ja ennakko-kohtuototjen pituuksia.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

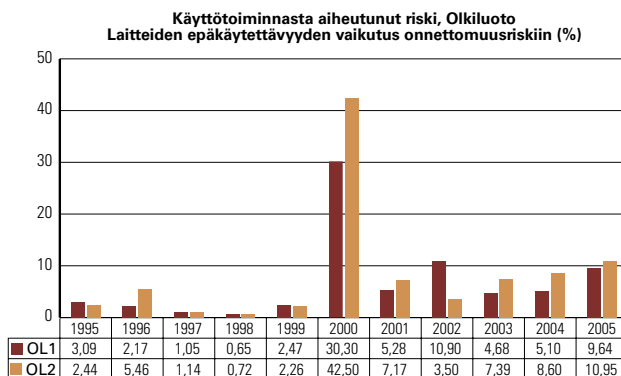
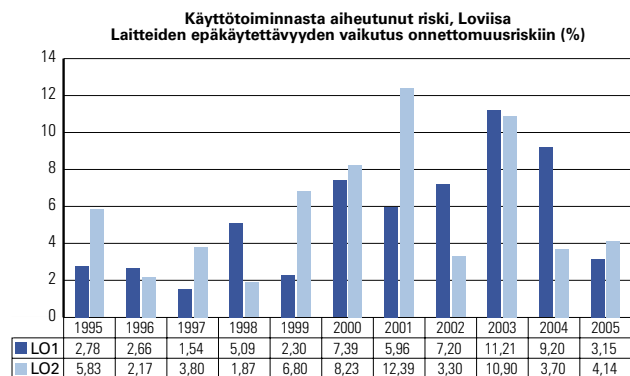
Riskianalyysit (RIS), Ari Julin (PSA analyysit)

Turvallisuuden hallinta (TUR) (vikatiedot)

### Tunnusluvun tulkinta

Merkittävistä tapahtumista, kuten laitevioista, ennakko-kohtuototista ja käyttöehdoista poikkeamisista, aiheutuneiden epäkäytettävyyksien vaikutus vuotuiseseen onnettomuusriskiin ylitti vuonna 2003 sille asetetun 5 % tavoitearvon Olkiluodon molemmilla laitosyksiköillä johtuen osin suunnitelluista, STUKin poikkeusluvilla tehdyistä kertaluoteisista korjaustoimista sekä turvallisuusjärjestelmien ja hätä-dieselgeneraattorijärjestelmän piilevistä laitevioista. Tavoitetason ylitykset eivät edellyttäneet erityisiä STUKin toimenpiteitä.

Riskiä laskettaessa käytetään konservatiivisia oletuksia ja yksinkertaistuksia analyysityön helpottamiseksi, mikä heikentää olennaisesti tulosten käytettävyyttä trendiseurannassa. Mikäli riskimerkitys pysyy vuodesta toiseen keskimäärin tavoitetasolla, ei ole syytä kiinnittää erityistä huomiota vuotuisen vaihteluun.





### A.II.3 Tapahtumien välittömät syyt

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan ohjeen YVL 1.5 mukaisen raportoitujen tapahtumien välittömiä syitä. Tapahtumien syyt jaotellaan teknisiin vikoihin ja käyttö- ja kunnossapitovirheisiin (ei teknisiin).

#### Tiedot

Tiedot kerätään erikoisraporteista, pikasulkuraporteista sekä käyttöhäiriöraporteista ja luokitellaan TURin ylläpitämään tapahtumien seuranta-  
taulukon.

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan raportoitujen tapahtumien syiden jakautumista teknisiin ja ei teknisiin. ”Ei-teknisillä syillä” tarkoitetaan käyttö- ja kunnossapitovirheistä aiheutuneita vikoja. Tunnusluku voi antaa kuvaa organisaation toiminnasta.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Turvallisuuden hallinta (TUR)

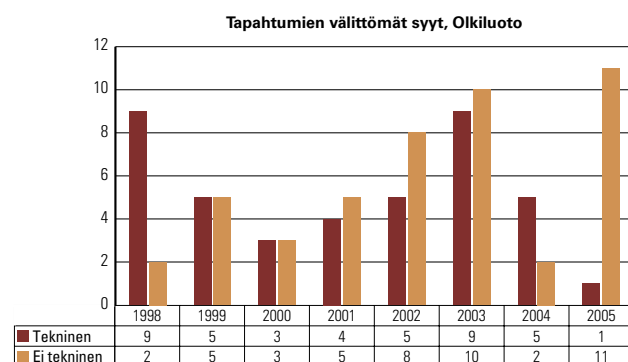
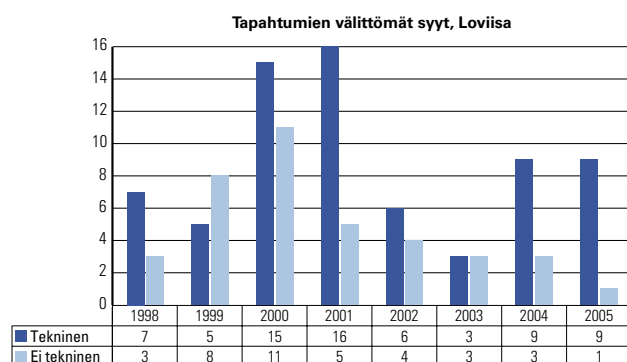
Jukka Kupila

#### Tunnusluvun tulkinta

Loviisan voimalaitoksen vuoden 2005 yhteensä 9 raportoidun tapahtuman välittömät syyt painottuvat teknisiin vikoihin (9). Ainoastaan yksi luokiteltiin inhimillisperäiseksi virheeksi. Loviisan voimalaitos raportoi monista tapahtumista sisäisessä käyttötapahtumaraportoinnissaan. Tämän johdosta suhdeluku voi olla hieman vääristynyt.

Olkiluodon voimalaitoksen yhteensä 12 tapahtuman välittömät syyt painottuvat omassa toiminnassa esiintyviin virheisiin (11). Ainoastaan yhdessä tapahtumassa syynä oli tekninen vika. Tämä kehitys on seurannassa ja siihen liittyviä valvontatoimia on tehty tapahtumiin liittyen.

Teknisten ja inhimillisten vikojen suhde on heilahdellut paljon viime vuosien aikana. Vuonna 2004 molempien laitosten osalta tapahtumien määräävinä aiheuttajina olivat tekniset viat.



## A.II.4 Palohälytysten määrä

### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan palohälytysten ja todellisten palojen määrää.

### Tiedot

Tiedot tunnuslukuihin kerätään voimayhtiöistä. Luvanhaltijat toimittavat tunnuslukuun tarvittavat tiedot STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle.

### Tarkoitus

Tunnusluvulla valvotaan palontorjunnan tehokkuutta ydinvoimalaitoksilla.

### Vastuutoimisto ja -henkilö

Voimalaitostekniikka (VLT)

Heikki Saarikoski

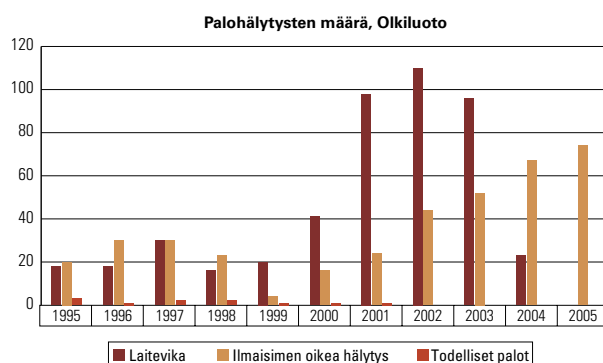
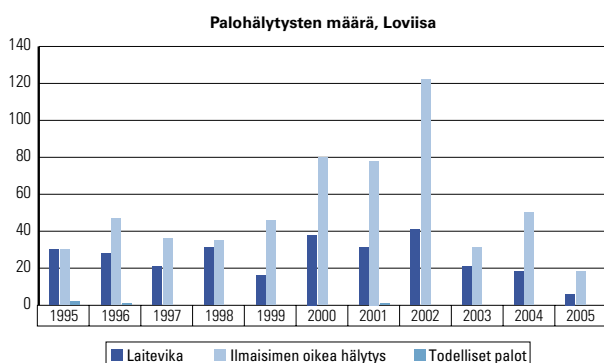
### Tunnusluvun tulkinta

Todellisia paloja ei sattunut laitosalueella kummallakaan käyvällä laitoksella, käytetyn polttoaineen varastolla tai keski- ja matala-aktiivisten jätteiden varastossa. Vuoden 2005 paloilmajärjestelmän hälytyksissä kummallakin laitoksella vallitsevana olivat pölyn, käryn tai kosteuden aiheuttamat ilmaisimien hälytykset. Olkiluodossa oli myös mer-

kittävä määrä sprinklerin vuodoista aiheutuneita hälytyksiä, mistä osaltaan aiheutuu ilmaisimien oikeiden hälytysten kasvava trendi edellisvuoteen verrattuna.

Loviisan laitoksella paloilmajärjestelmä uusittiin vuonna 2000 ja Olkiluodossa vuonna 2001. Hälytysten määrät kasvoivat sen jälkeen kummallakin laitoksella johtuen herkemmissä laitteista ja laitevioista.

Hälytysten selkeä väheneminen Loviisan laitoksella vuodesta 2003 ja Olkiluodon laitoksella vuodesta 2004 lähtien johtuu siitä, että ennakohälytykset eivät ole olleet enää laskennassa mukana. Yksittäinen ilmaisin tutkii ilman laatua ja antaa enakkovaroituksen ennen varsinaista palohälytystä. Muutoksen jälkeen laitevikojen aiheuttamien hälytysten määrät laskivat merkittävästi kummallakin laitoksella: Olkiluodossa ei niitä vuonna 2005 ollut lainkaan ja Loviisassakin vain 6. Loviisassa laski myös ilmaisimien oikeiden hälytysten määrä, mikä vuonna 2005 oli vain 18 hälytystä. Olkiluodon laitoksella ilmaisimien oikeiden hälytysten lukumäärä on ollut useana vuonna tasaisessa kasvussa. Vuonna 2005 niitä oli 74, mikä on yli kaksinkertainen määrä järjestelmän uusintaa edeltäneeseen tasoon verrattuna.



## A.III Rakenteellinen eheys

### A.III.1 Polttoaineen tiiviys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan laitossyksikkökohtaisesti primäärijäähdytteen

- maksimiaktiivisuustasoa (Loviisa I-131 ekvivalenttina; Olkiluoto pelkäästään I-131) ja maksimiaktiivisuuden huippuarvoa tasaisella tehoajolla (Loviisa jodiaktiivisuuksien summaa kuumavalmiudessa, käynnistystilassa tai tehokäytöllä; Olkiluoto I-131-aktiivisuus tehoajolla). Maksimi-arvoja verrataan TTKE-rajaan graafisessa esityksessä;
- I-131-maksimiaktiivisuutta paineenalennuksen aikana ajettaessa seisokkiin tai reaktoripikasu-lun tapahtuttua; sekä
- reaktorista polttoainevuotojen vuoksi poistettujen polttoainepipujen määrää.

#### Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat tiedot suoraan STUKin tunnusluvun vastuuhenkilölle. Maksimiaktiivisuustasot ovat luettavissa myös voimayhtiöiden toimittamista neljännesvuosiraporteista.

#### Tarkoitus

Tunnusluvut kuvaavat polttoaineen eheyttä sekä polttoainevuodon suuruutta käyttöjaksolla. Alasajotilanteiden tunnusluvut kuvaavat lisäksi alasajon onnistumista säteilysuojelun kannalta.

#### Vastuuhenkilö

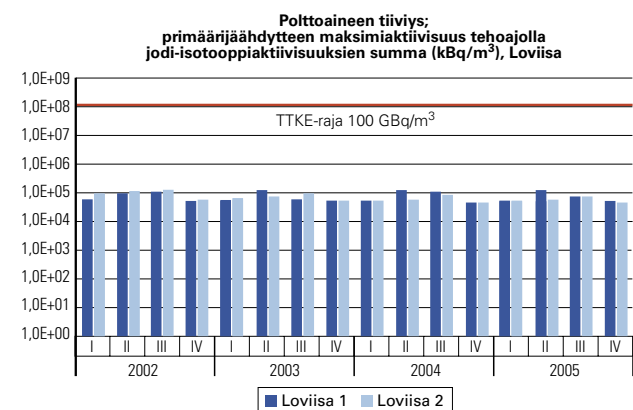
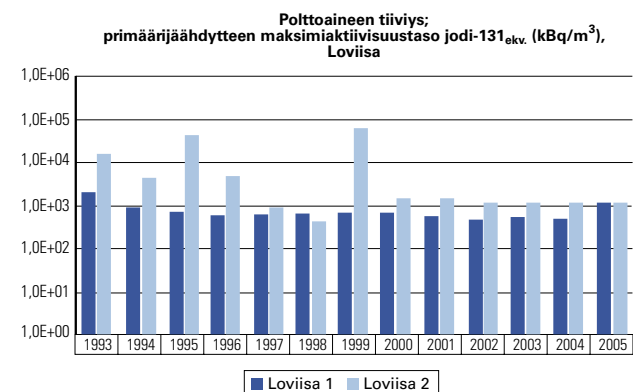
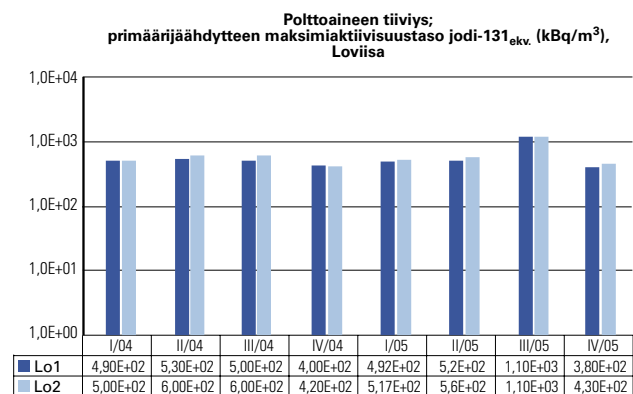
Voimalaitostekniikka (VLT)

Kirsti Tossavainen

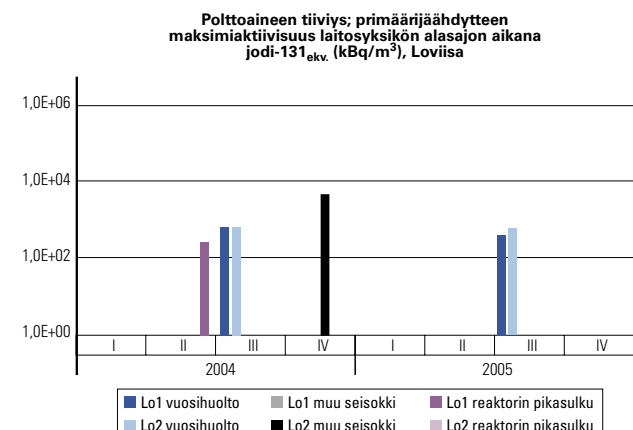
#### Tunnuslukujen tulkinta (primääripiirin aktiivisuus, Loviisa)

Loviisan laitossyksiköillä ei käyttöjaksolla 2004–2005 ollut polttoainevuotoja eikä primäärijäähdytteen aktiivisuudessa tapahtunut muutoksia. Loviisan laitokselta seurataan I-131-ekvivalentteina lasketun aktiivisuuspitoisuuden lisäksi myös primäärijäähdytteen eri jodi-isotooppien aktiivisuuspitoisuuksien summaa. TTKE:n mukaan summa-aktiivisuus ei saa ylittää arvoa  $1,0E+8$  kBq/m<sup>3</sup>. Kummallakin laitossyksiköllä summa-aktiivisuudet ovat olleet promillen luokkaa TTKE-rajasta.

#### Primäärijäähdytteen aktiivisuus tehoajolla, Loviisa



#### Primäärijäähdytteen aktiivisuus alasajossa, Loviisa



STUKin tunnuslukuna on vuodesta 2002 lähtien seurattu primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuutta laitosyksiköiden alasajojen ja reaktori-pikasulkujen aikana. Loviisan laitoksella ei alasajojen aikaisissa jodin aktiivisuuspitoisuuksissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia, koska laitosyksiköillä ei ole ollut polttoainevuotoja vuoden 1999 jälkeen.

### Tunnuslukujen tulkinta (primääripiirin aktiivisuus, Olkiluoto)

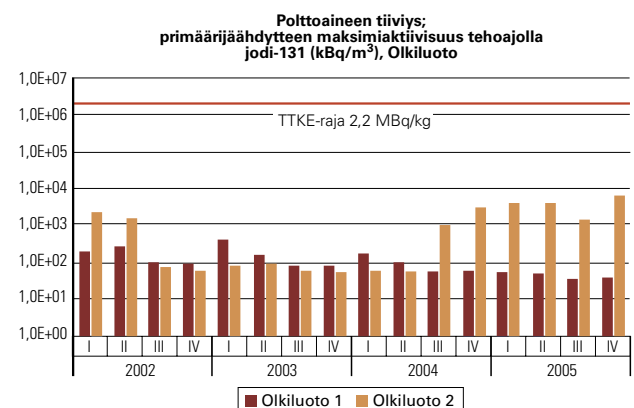
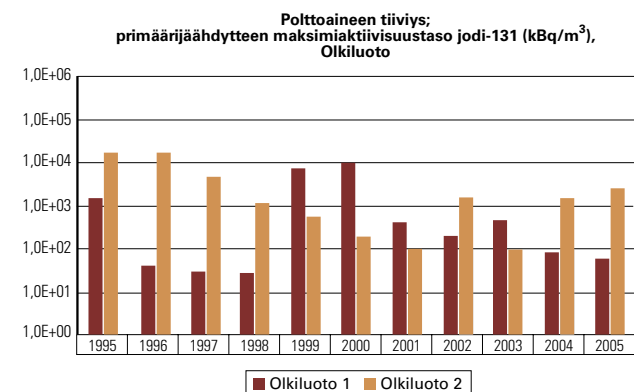
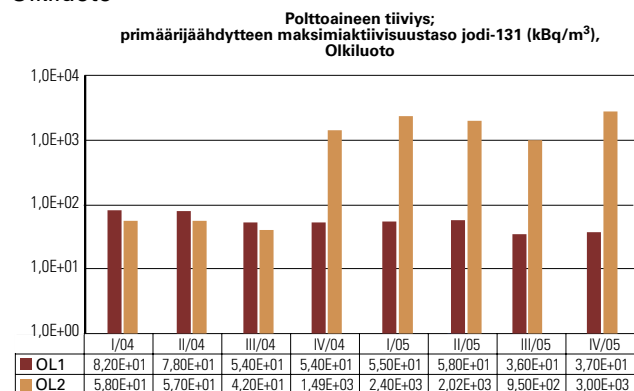
Olkiluoto 1:llä primäärijäähdytteen aktiivisuudessa ei vuonna 2005 tapahtunut muutoksia, ja aktiivisuustaso pieneni edelleen käyttöjaksolla 2003–2004 olleen polttoainevuodon jälkeen.

Olkiluoto 2:n reaktorissa oli vuonna 2005 koko ajan vuotavaa polttoainetta, minkä seurauksena primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuus pysyi normaalia suurempana. Vuotava polttoainepippu, jonka vuoto oli havaittu 30.8.2004, poistettiin reaktorista vuosihuoltoseisokissa. Vuosihuollon jälkeen todettiin uusi polttoainevuoto 25.7.2005 (Neljännesvuosiraportti 3/2005: Vuodon alkamisaikakohdaksi arvioitiin laboratorioanalyysien perusteella 23.7.2005).

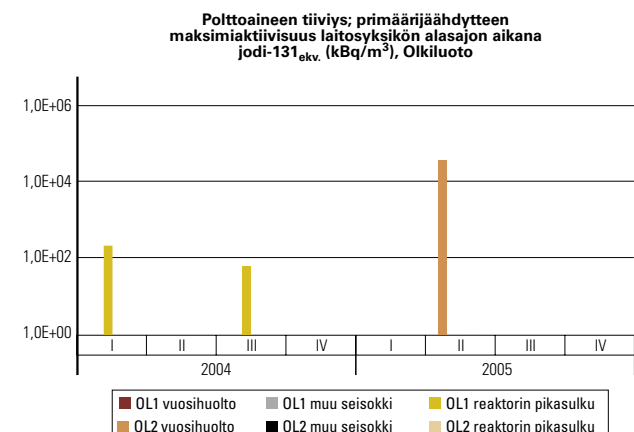
Vuoden 2004 vuodon seurauksena jäähdytteen Np-239-aktiivisuuspitoisuus alkoi kasvaa tammiukuussa 2005, mikä oli merkki suojakuoreen syntymässä olevasta sekundääriauriosta. Ennen vuosihuoltoa jäähdyteveteen siirtyi sekundääriaurion kautta kahta polttoainetablettia vastaava määrä uraania. Primäärijäähdytteen I-131-aktiivisuuspitoisuuden maksimiarvo oli 3100 kBq/m<sup>3</sup>, mikä on noin 1,4 promillea TTKE-rajasta. Vuoto oli lokakuussa 2004 paikannettu säätösauvan L70 vaikutusalueelle. Sauva kuului neljän sauvan ajoryhmään, joka oli reaktorissa asemassa 80 %. Polttoaineen suojakuoreen käytön aikana kohdistuvaa tehokuormitusta pienennettiin ajamalla säätösauva L70 ja sen symmetriasauva loppujaksoksi 76 %:iin. Lisäksi sekvenssisuunnittelulla minimoitiin säätösauvan L70 ajot ja maaliskuussa 2005 lopetettiin kahden viikon välein tehtävät säätösauvojen 2 %:n liikuttelukokeet. Polttoainevuotoa selvitetään myös vuosiraportin liitteessä 3.

Käyttöjakson 2005–2006 alussa primäärijäähdytteen aktiivisuustaso oli noin 800 kBq/m<sup>3</sup>. Uusi, 25.7.2005 havaittu polttoainevuoto ei aiheuttanut välittömästi primäärijäähdytteen aktiivisuuden kasvua. Aktiivisuustaso pysyi lähes muuttumat-

### Primäärijäähdytteen maksimiaktiivisuus tehoajolla, Olkiluoto



### Primäärijäähdytteen aktiivisuus alasajossa, Olkiluoto



tomana marraskuun puoliväliin asti. Tällöin tehonalennusta vaativien määräaikauskokeiden jälkeen I-131-aktiivisuuspitoisuus nousi vuoden 2005 maksimisarvoon 6520 kBq/m<sup>3</sup>, mikä on noin 3 promillea TTKE-rajasta. Varmuudella ei voida sanoa, johtuiko aktiivisuuden nousu tehonalennuksesta. Maksimipitoisuuden jälkeen aktiivisuuspitoisuus tasaantui tasolle 300 kBq/m<sup>3</sup>. Polttoainevuoto ei vuoden 2005 aikana ole aiheuttanut sydämen uraanikontaminaation kasvua. Vuoden 2004 polttoainevuodon seurauksena reaktorisydämen uraanikontaminaatio on 2 g uraania.

Olkiluoto 1:llä vuoden 2003 ja Olkiluoto 2:lla vuoden 2002 polttoainevuodoista aiheutuneet jäädytteen aktiivisuuden nousut näkyvät selvästi suurempina I-131-aktiivisuuspitoisuuksina pysäytettäessä laitosyksiköitä vuosihuoltoseisokkeihin. Muissa reaktorin pysäytyksissä eivät jäädytteen I-131-aktiivisuuspitoisuudet ole olleet poikkeuksellisia.

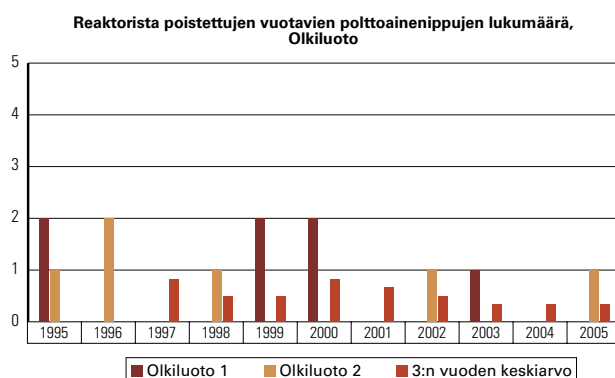
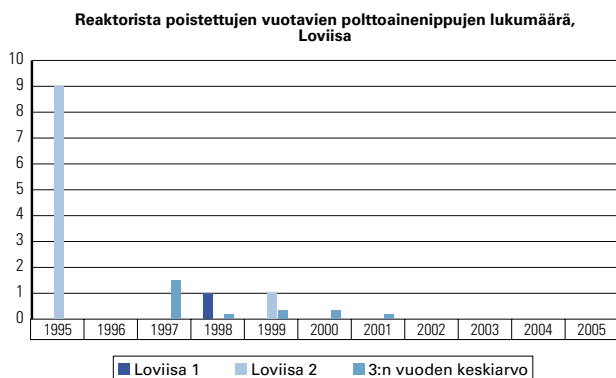
### Tunnusluvun tulkinta (vuotavien polttoainenippujen määrä)

Olkiluoto 2:lla poistettiin vuosihuoltoseisokissa vuotava polttoainenippu, jonka vuoto oli havaittu 30.8.2004. Tarkastuksissa nipusta löydettiin ohut metallilastu, jonka hankautuminen polttoainenipun kulmasauvaa vasten sai aikaan alkuperäisen

suojakuvaurion. Vauriota seurasi neljän kuukauden viiveellä sekundäärivaurio vuotavan polttoainesauvan alaosaan. Vaurio kasvoi käyttöjaksen lopulla täydelliseksi sauvan poikittaismurtumaksi. Kaikkien käyttöjaksolla 2004–2005 reaktorissa olleiden polttoainenippujen tiiviys tarkastettiin huoltoseisokin aikana eikä muita vuotavia nippuja löytynyt. Olkiluoto 2:lla havaittiin 25.7.2005 uusi polttoainevuoto. Vuotava nippu poistetaan reaktorista viimeistään vuoden 2005 vuosihuoltoseisokissa. Olkiluoto 1:llä ei käyttöjaksolla 2004–2005 ollut vuotavia polttoainenippuja.

Loviisan laitossyksiköillä polttoainevuodot ovat olleet harvinaisia vuoden 1995 jälkeen. Vuoden 1995 suuri polttoainevuotojen määrä Loviisa 2:lla johtui nippuihin kertyneistä korroosiotuotteista vuoden 1994 vuosihuoltoseisokissa tehdyn primääripiirin pintojen kemiallisen puhdistuksen jälkeen. Nippuihin ja välitukihiloihin vähitellen kiinnittynyt korroosiotuotesaostuma (crudi) aiheutti jäädytysveden virtauksen heikentymistä ja nippujen värinää. Polttoainesauvoihin syntyi vaurioita välitukihilojen hankauksesta.

Olkiluodon laitosyksiköillä on polttoainevuotoja ollut lähes joka vuosi. Vuodot ovat olleet pieniä ja vuotavat niput on poistettu vuodon jälkeen seuraavassa vuosihuoltoseisokissa.



### A.III.2 Primääripiirin tiiviys

#### Määritelmä

Vesikemian tunnuslukuina ovat:

- Voimayhtiöiden käyttämät kemian indeksit, jotka kuvaavat painevesilaitosten sekundääri- ja kiehutuslaitosten reaktoripiirin vesikemiallisten olosuhteiden ylläpidon tehokkuutta. Olkiluodon laitoksen tunnuslukuna on laitoksen käyttämä kansainvälinen indeksi. Loviisan laitoksen tunnuslukuna on laitoksella kansainvälisen indeksin rinnalle kehitetty uusi, vuonna 2003 käyttöön otettu indeksi. Uusi indeksi kuvaa Loviisan laitoksen sekundääripiirin vesikemiallisia olosuhteita herkemmin kuin VVER-laitoksille tarkoitettu vastaava kansainvälinen indeksi. Loviisan laitoksen indeksi huomioi höyrystimien ulospuhalluksessa ja syöttövedessä olevia korroosiota aiheuttavia tekijöitä ja korroosiotuotteiden pitoisuuksia. Höyrystimien ulospuhalluksesta laskennassa ovat mukana kloridi-, sulfaatti- ja natriumpitoisuus sekä hapan johtokyky ja syöttövedestä rauta-, kupari- ja happipitoisuus. Olkiluodon laitoksen kemian indeksiin vaikuttavat reaktoriveden kloridi- ja sulfaattipitoisuus ja syöttöveden rautapitoisuus. Kummankin laitoksen indekseissä huomioidaan em. arvot vain tehokäytön ajalta.
- Loviisan laitokselta höyrystimien ulospuhallusten ja Olkiluodon laitokselta reaktoriveden käynnin aikaisten kloridipitoisuusmaksimien osuus TTKE-rajasta tarkastelujaksolla. Olkiluodon laitokselta seurataan myös reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvoja tasaisella tehoajolla.
- Reaktoripiirin ja sekundääripiirin pinnoilta jäädytteeseen irronneet korroosiotuotteet. Loviisan laitokselta seurataan primäärijäädytteen kiintoaineen rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo) ja sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimi). Olkiluodon laitokselta seurataan reaktoriveden rautapitoisuutta (tarkastelujakson maksimiarvo). Lisäksi kummaltakin laitokselta seurataan reaktorijäädytteen Co-60 -aktiivisuuspitoisuuden maksimia ajettaessa laitosta

kylmäseisokkiin tai reaktoripikasulun tapahtuttua.

Primääripiirin tunnistettuja ja tunnistamattomia vuotoja seurataan Olkiluodon laitosyksiköillä seuraavien tunnuslukujen avulla:

- suojarakennuksen sisäisten tunnistettujen (suojarakennuksesta valvottujen vuotojen keräilytankkiin, 352 T1, kerätyt vuodot) ja tunnistamattomien (valvotun lattiaviemärijärjestelmän pohjakaivoon, 345 T33, tulevan kokonaisvuodon määrä) vuotojen kokonaismäärät ( $m^3$ ) käyttöjaksolla ja
- vuoden aikana ollut suojarakennuksen sisäinen suurin vuotomäärä verrattuna TTKE:n sallimaan vuotomäärään (suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmän 725 ilmajäädyttimiin tiivistyneen veden poisvirtauksen määrä/TTKE-raja).

#### Tiedot

Luvanhaltijat toimittavat vesikemiallisten olosuhteiden ylläpitoa kuvaavat tunnusluvut STUKin vastuuhenkilölle. Korroosiota aiheuttavien aineiden ja korroosiotuotteiden pitoisuuksien likimääräiset arvot ovat luettavissa myös luvanhaltijoiden toimittamista neljännesvuosiraporteista.

Primääripiirin vuotoja koskevat tiedot Olkiluodon laitoksen osalta luvanhaltija toimittaa STUKin vastuuhenkilölle.

#### Tarkoitus

Tunnusluvuilla seurataan ja valvotaan primääri- ja sekundääripiirin eheyttä. Seuranta tehdään vesikemian ylläpitoa kuvaavien indeksien avulla sekä valittujen korroosiota aiheuttavien epäpuhtauksien ja korroosiotuotteiden avulla.

Primääripiirin vuotoja kuvaavilla tunnusluvulla seurataan ja valvotaan primääripiirin eheyttä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilöt

Voimalaitostekniikka (VLT), Kirsti Tossavainen (kemian indeksit)

Turvallisuuden hallinta (TUR), Jarmo Konsi (primääripiirin vuodot)

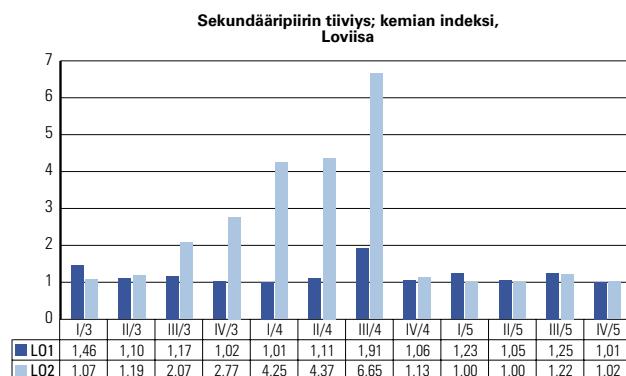
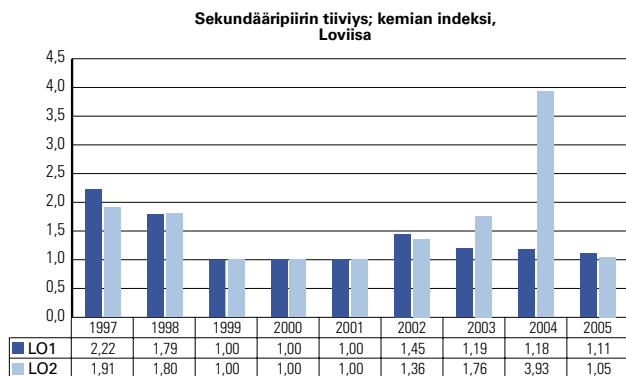


## Vesikemialliset olosuhteet, Loviisa

### Tunnuslukujen tulkinta

#### Kemian indeksi

Vuonna 2005 ei kummallakaan Loviisan laitossykiköllä ollut poikkeavia arvoja kemian indeksissä. Loviisa 2:n aikaisempien vuosien kemian indeksin korkeat arvo johtuivat 50-puolen lauhduttimen vuonna 2002 alkaneesta merivesivuodosta, joka korjattiin vuoden 2004 vuosihuoltoseisokissa.

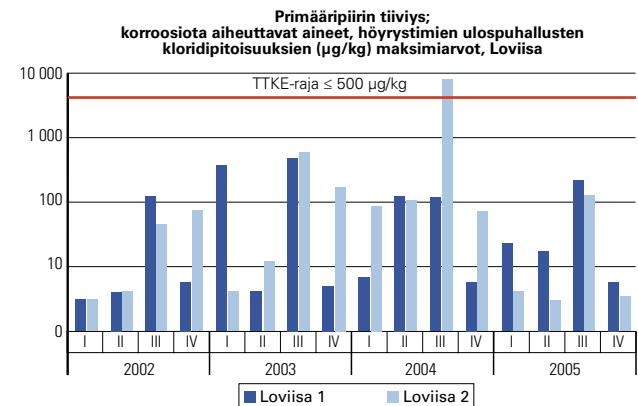


#### Höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien maksimiarvot

STUKin tunnuslukuna on vuodesta 2002 lähtien seurattu höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksien maksimiarvoja (suurin arvo kaikkien kuuden höyrystimien ulospuhallusten kloridipitoisuuksista). TTKE:n mukaan höyrystimien ulospuhalluksen kloridipitoisuus ei saa ylittää arvoa 0,5 mg/kg. Mikäli ylitys on vähäinen (0,5–1,0 mg/kg), pitoisuuden saattamiselle TTKE:n mukaiseksi on aikaa viikko. Mikäli poikkeama on suurempi (1,0–5,0 mg/kg), aikaa pitoisuuden korjaamiselle on päivä. Poikkeaman ollessa tätäkin suurempi laitossykikö on pysäytettävä.

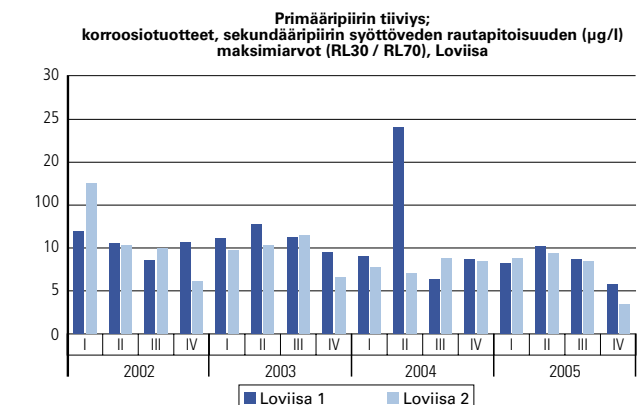
Loviisa 2:n 50-puolen lauhduttimessa oli ollut merivesivuoto vuodesta 2002 alkaen, minkä seurauksena höyrystimien ulospuhalluksen kloridipi-

toisuus nousi tavanomaista suuremmaksi. Vuoto korjattiin vuosihuoltoseisokissa 2004, minkä jälkeen myös kloridipitoisuus pieneni ennen vuotoa vallinneelle tasolle.



#### Sekundääripiirin syöttöveden rautapitoisuudet

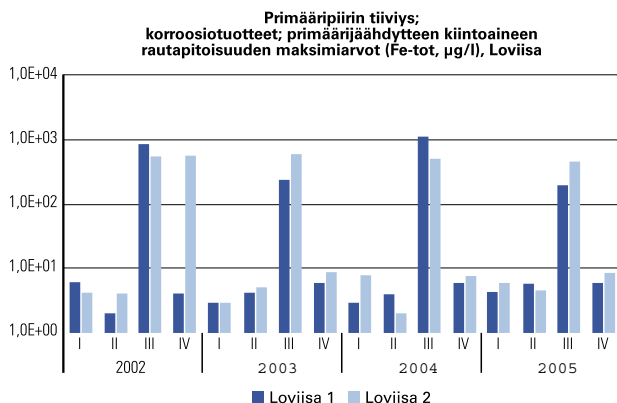
Syöttöveden rautapitoisuuksia on STUKin tunnusluvuissa seurattu vuodesta 2002 lähtien. Tunnuslukuarvoissa ei ole tapahtunut oleellisia muutoksia. Vuoden 2004 toisen neljänneksen tavanomaista korkeampi rautapitoisuus Loviisa 1:llä johtuu 29.6.2004 tapahtuneesta reaktorin pikasulusta, jonka seurauksena epäpuhtauksia irtosi sekundääripiirin pinnoilta. Muuten tunnuslukuarvoissa ei ole ollut oleellisia muutoksia.



#### Primäärijäähdytteen rauta

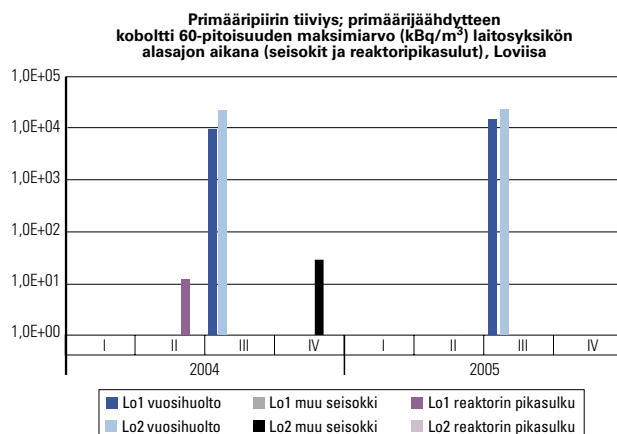
Primäärijäähdytteen rautapitoisuuden maksimiarvot ovat tilanteista, jolloin laitossykiköitä on ajettu seisokkiin. Jäähdytyspiirin rautapitoisuus on tällöin maksimissaan, koska prosessiolosuhteiden muutokset saavat piirin pinnoille kertyneet korroosiotuotteet liikkeelle. Tunnuslukua on seurattu vuodesta 2002, eikä seurannan aikana primääri-

jäähdytteen rautapitoisuuden maksimiarvoissa ole ollut tavanomaisesta poikkeavaa suuntausta.



### Koboltti 60 -pitoisuudet alasajoissa

Tunnuslukua on seurattu vuodesta 2002 alkaen. Kummallakaan Loviisan laitosyksiköllä ei Co-60-aktiivisuuspitoisuuksissa ole ollut oleellisia muutoksia.

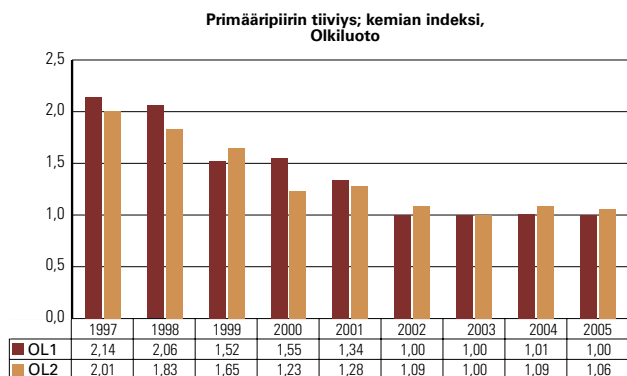


### Vesikemialliset olosuhteet, Olkiluoto

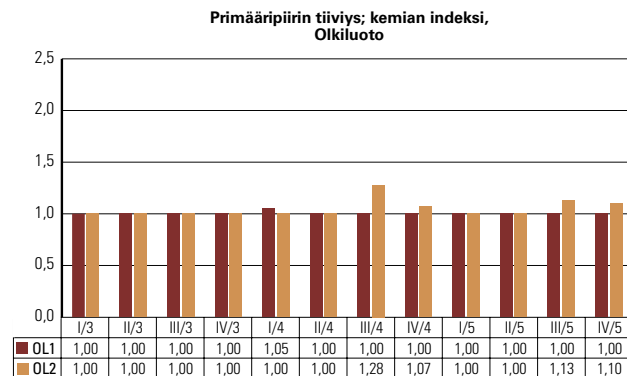
#### Tunnuslukujen tulkinta

##### Kemian indeksi

Olkiluoto 1:llä kemian indeksi pysyi vuonna 2005 tavoitearvossa (1,00). Olkiluoto 2:lla kolmannen ja neljännen neljänneksen tavoitearvoa hieman suu-



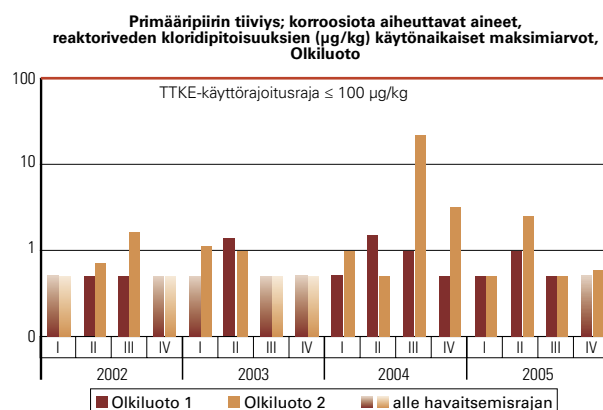
remmat arvot johtuvat tavoitearvoa korkeammista sulfaattipitoisuuksista.



### Reaktoriveden kloridipitoisuudet käytön aikana

Kloridi on merkittävä ruostumattoman teräksen jännityskorroosion aiheuttaja. TTKE:ssä reaktoriveden kloridipitoisuudelle on asetettu raja-arvoksi 0,1 ppm (100 µg/l), joka asettaa rajoituksia laitoksen käytölle. Raja-arvon ylittävä kloridipitoisuus on sallittu enintään 330 tuntia vuodessa. Mikäli ehtoa ei voida noudattaa, laitos on ajettava kylmään sammutustilaan. Laitos on ajettava välittömästi kylmään sammutettuun tilaan, jos reaktoriveden kloridipitoisuus ylittää rajan 2 ppm (2000 µg/l).

Kummallakin laitosyksiköllä kloridipitoisuus on käytön aikana yleensä ollut noin prosentin suuruusluokkaa TTKE:ssä määritellystä raja-arvosta. Vuonna 2004 Olkiluoto 2:n tavanomaista suurempi kloridipitoisuus johtui kolmannella neljänneksellä olleesta turbiinilauhduttimen vuodosta, jossa merivettä pääsi reaktoriveteen ja kloridipitoisuus nousi arvoon 21,3 µg/l. Vuodon korjauksen jälkeen kloridipitoisuus laski vuoden loppuun mennessä normaalitasolle. Vuoden 2005 tavanomaista korkeammat arvot johtuvat vuosihuoltoseisokeista.



### Reaktoriveden sulfaattipitoisuus

Kummallakin Olkiluodon laitostyksiköllä on ollut ongelmana reaktoriveden tavoitearvoa korkeampi sulfaattipitoisuus. Sulfaatti on tietyissä olosuhteissa merkittävä jännityskorroosioon vaikuttava tekijä. Reaktoriveden sulfaatti on peräisin lauhteenpuhdistussuodattimien ioninvaihtomassasta vapautuneesta sulfaatista. Yhtenä sulfaatin suodatinmassoista vapautumiseen vaikuttavana tekijänä on lämpötila. Suodattimille menevän lauhteen lämpötilaa oli aikaisemmin säädetty esilämmittimen osittaisella ohituksella 60 °C:een. Laitostyksiköillä on tehty muutokset, joilla lauhteenpuhdistussuodattimille menevän veden lämpötilaa pienennettiin vaihtamalla lauhdejärjestelmän esilämmittimen paikkaa. Muutoksessa esilämmittimen sijoitettiin lauhteenpuhdistussuodattimien jälkeen, kun se aikaisemmin sijaitsi ennen suodattimia. Muutoksen ansiosta puhdistussuodattimille menevän lauhteen lämpötila pieneni keskimäärin 50 °C:een. Muutos tehtiin Olkiluoto 2:lla vuonna 2003 ja Olkiluoto 1:llä vuonna 2004.

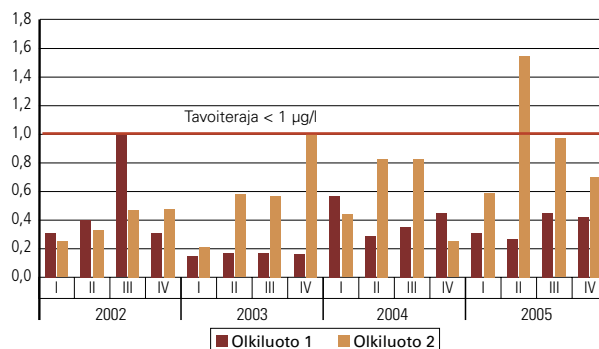
Teollisuuden Voima Oy on asettanut reaktoriveden sulfaattipitoisuudelle tavoitearjaksi 5 µg/l, jota sulfaattipitoisuus ei saa ylittää. Laitosmuutosten jälkeen sulfaattipitoisuus on pysynyt kummallakin laitostyksiköllä tavoitearjaa pienempänä lukuun ottamatta Olkiluoto 2:lla tapahtuneita ylityksiä. Vuoden 2004 kolmannella neljänneksellä tapahtuneen raja-arvoylityksen syyksi epäillään ioninvaihtomassan laadussa tapahtunutta muutosta. Vuonna 2005 sulfaattipitoisuudelle asetetun tavoitearjan ylittymisiä oli kolmannella ja neljännellä neljänneksellä. Ylitykset johtuivat siitä, että monien puhdistussuodattimien ajoajat olivat olleet pitkiä. Suodattimien ioninvaihtomassan vaihdon jälkeen sulfaattipitoisuudet laskivat alle tavoitear-

jan, eikä Teollisuuden Voima Oy:n ohjeen mukaista poikkeaman kestolle sallittua neljää vuorokautta ylitetty.

### Syöttöveden rautapitoisuus

Reaktoriveteen liukenee jonkin verran rautaa reaktoripiirin komponenteista. Teollisuuden Voima Oy on asettanut tavoitteeksi, että reaktoriin syötettävän veden rautapitoisuus ei saa laitoksen käynnin aikaan ylittää arvoa 1 µg/l. Tämä tavoitearvo ylittyi vuoden 2005 toisella neljänneksellä. Poikkeuksellinen arvo johtui näytteenottoa edeltäneenä päivänä päättyneestä vuosihuollosta. Vuosihuollossa reaktoriveden epäpuhtauspitoisuudet ovat suuremmat kuin käytön aikana. Teollisuuden Voima Oy:n ohjeen mukaan toimenpiteitä edellyttävä pitoisuusaraja on 2 µg/l. Vuodesta 2002 alkaneen STUKin tunnuslukuseurannan aikana ei muita tavoitearvon ylityksiä ole ollut.

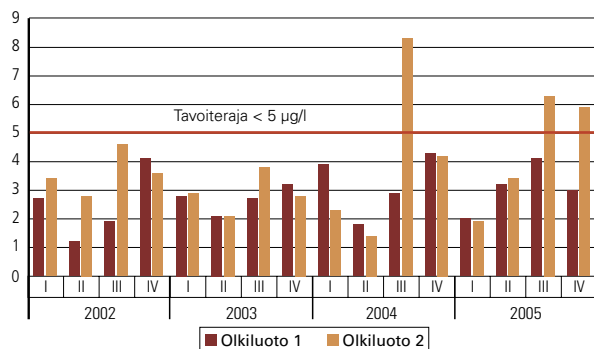
Primääripiirin tiiviys, korroosiotuotteet; reaktoripiirin syöttöveden rautapitoisuuden maksimiarvot (µg/l), Olkiluoto



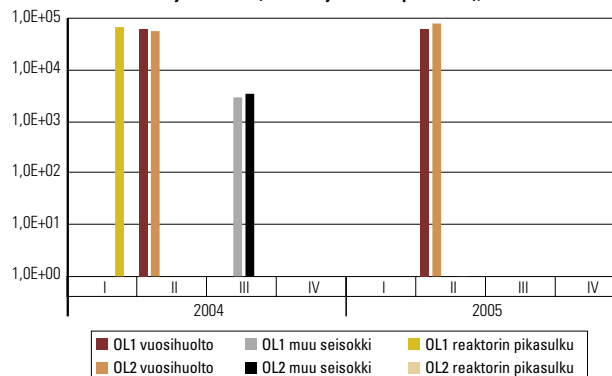
### Koboltti 60 -pitoisuudet alasaajoissa

STUKin tunnuslukuna on seurattu vuodesta 2002 lähtien Co-60-isotoopin aktiivisuuspitoisuuksia alasaajoissa kylmäseisokkiin. Radioaktiivista koboltti 60 -isotooppia syntyy ydinvoimalaitoksessa

Primääripiirin tiiviys, korroosiota aiheuttavat aineet; reaktoriveden sulfaattipitoisuuden maksimiarvot (µg/l) tasaisella tehoajolla, Olkiluoto



Primääripiirin tiiviys; primäärijäähdytteen koboltti 60-pitoisuuden maksimiarvo (kBq/m³) laitostyksikön alasaajon aikana (seisokit ja reaktoripikasulut), Olkiluoto



aktivointituotteena reaktoripiirin komponenteissa käytetyistä, kobolttia sisältävistä materiaaleista. Co-60-isotooppi on merkittävä tekijä ydinvoimalaitoksista aiheutuvan säteilyaltistuksen kannalta. STUKin tunnuslukuseurannassa Co-60-isotoopin aktiivisuuspitoisuutta alasajoissa kylmään seisokkiin käytetään kuvaamaan reaktoripiirin pinnoilta irronneiden korroosiotuotteiden määrää ja myös alasajotoimenpiteiden onnistumista.

Kummallakaan Olkiluodon laitosyksiköllä ei Co-60-aktiivisuuspitoisuuksissa ole ollut oleellisia muutoksia.

### Primääripiirin vuodot, Olkiluoto

#### Tunnusluvun tulkinta

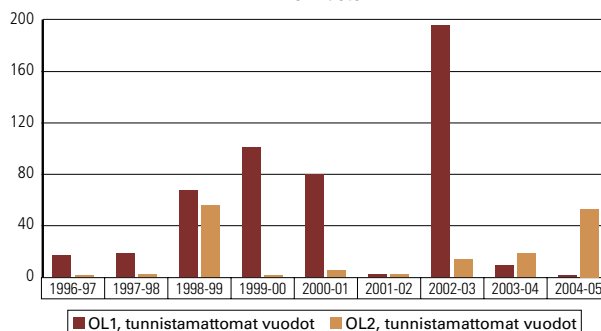
Käyttäjaksolla 2004–2005 tunnistetut vuodot olivat 3300 m<sup>3</sup> (OL1) ja 2741 m<sup>3</sup> (OL2). Oleellisia muutoksia vuoteen 2004 verrattuna ei tapahtunut.

Käyttäjaksolla 2004–2005 tunnistamattomien vuotojen määrä oli Olkiluoto 1:llä erittäin pieni, 1,14 m<sup>3</sup>. Olkiluoto 2:lla sen sijaan määrä oli huo-

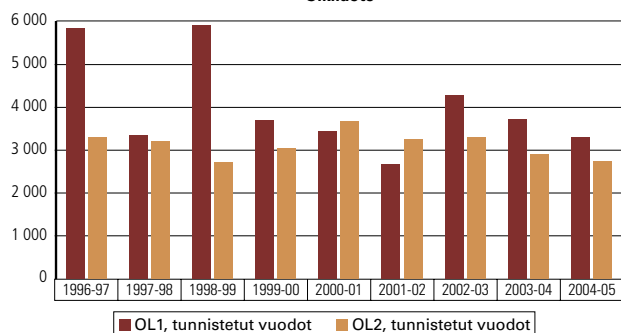
mattavasti suurempi, 53 m<sup>3</sup>. Olkiluoto 2:lla vuoto määrä johtui pääosin järjestelmän 314 yhden tyhjönmurtaajan löystyneestä laippaliitoksesta, josta 9 pulttia oli pudonnut pois kierteistään ja kolme oli enää paikoillaan, nekin löysällä.

Käyttäjaksolla 2004–2005 ollut suojarakennuksen sisäisen suurimman vuotomäärän suhde TTKE:n sallimaan vuotomäärään oli pieni kummallakin laitosyksiköllä, Olkiluoto 1:llä 0,23 % ja Olkiluoto 2:lla 0,35 %.

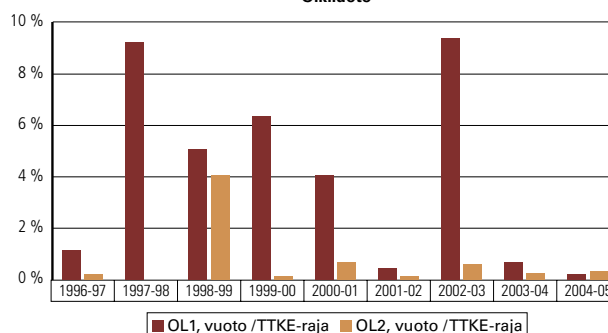
Primääripiirin tunnistamattomat vuodot (345T33,m<sup>3</sup>),  
Olkiluoto



Primääripiirin tunnistetut vuodot (352T1, m<sup>3</sup>),  
Olkiluoto



Suurin tunnistamaton vuoto suhteessa TTKE rajaan,  
Olkiluoto



### A.III.3 Suojarakennuksen tiiviys

#### Määritelmä

Tunnuslukuina seurataan:

- Ulompien eristysventtiilien tiiveyskoetulosten summaa ensimmäisten tiiveyskoekokien jälkeen verrattuna laitostyksikön suurimpaan sallittuun ulompien eristysventtiilien kokonaisvuotoon
- Niiden ko. vuonna koestettujen eristysventtiilien osuutta laitostyksiköllä, jotka läpäisivät tiiveyskoeken ensimmäisellä kerralla (eli tulos alle venttiilikohhtaisen vuotorajan ja ei venttiilikohhtaisen huomiorajan ylitystä peräkkäisinä vuosina ilman korjausta)
- Suojarakennuksen läpivientien ja aukkojen tiiveyskoetulosten summaa verrattuna suurimpaan sallittuun kokonaisvuotoon. Olkiluodossa summaan lasketaan henkilösulkujen, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot. Loviisassa summaan lasketaan kulkuaukkojen, materiaalisulun, tarkastuslaitteiden kaapeliläpivientien, suojarakennuksen huoltoilmastointijärjestelmän (TL23), tuorehöyryjärjestelmän (RA) ja syöttövesijärjestelmän (RL) läpivientien sekä jääntäyttoputkien umpilaipoitettujen läpivientien tiivisteiden tiiveyskoestukset.

#### Tiedot

Tiedot saadaan voimayhtiöiden tiiveyskoestusraporteista, jotka luvanhaltija toimittaa Säteilyturvakeskukselle tiedoksi kolmen kuukauden kuluessa vuosihuoltojen päättymisestä. Summavuodot lasketaan STUKissa, koska raporteissa esitetään kokonaisvuodot vuosihuoltoseisokin päättyessä (eli korjausten ja uusintakoestusten jälkeen).

#### Tarkoitus

Tunnusluvulla seurataan suojarakennuksen eristysventtiilien, läpivientien ja kulkuaukkojen tiiveyttä.

#### Vastuutoimisto ja -henkilö

Reaktori- ja turvallisuusjärjestelmät (REA),  
Päivi Salo

#### Tunnusluvun tulkinta

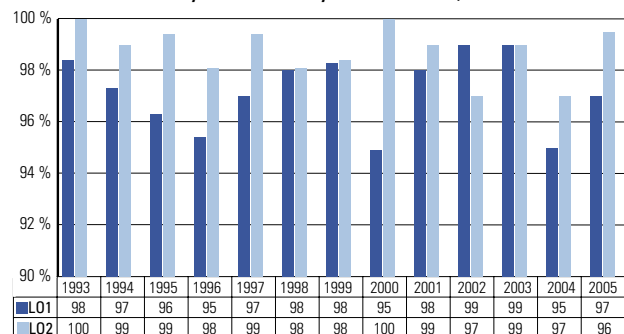
#### Loviisa

Molempien laitostyksiköiden ulompien eristysventtiilien summavuoto on pienentynyt. Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskoeken ensimmäisellä kerralla, on pysynyt edelleen suurena.

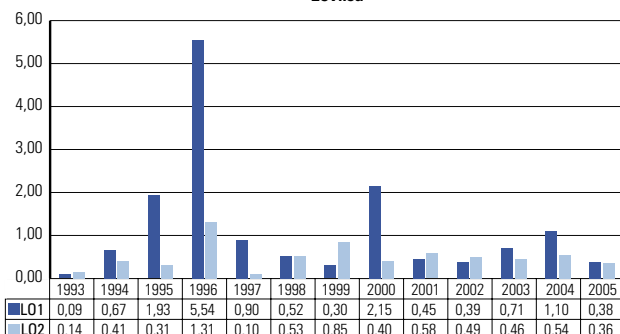
Aukkojen summavuoto, johon Loviisassa lasketaan henkilökulkuaukon, varakulkuaukon, materiaalisulun, reaktorikuopan, alipaineventtiilien, kaapeliläpivientien ja läpivientipalkeiden (RA-, RL, TL23) tiiveyskoestustulokset, on pienentynyt Loviisa 2:lla ja on molemmilla laitostyksiköllä pieni.

Loviisan suojarakennuksen tiiveys on pysynyt hyvänä. Läpivientien kumipalkeiden tiiveydessä olleiden ongelmien johdosta niitä on muutettu teräspalkeiksi.

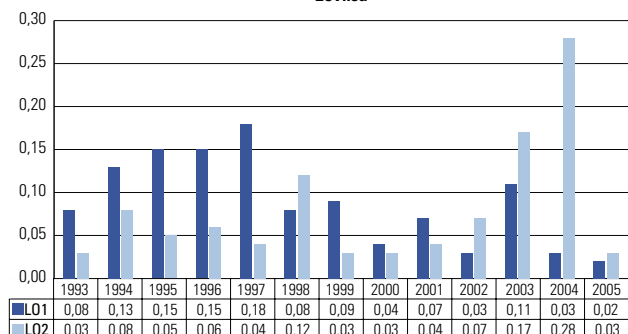
Eristysventtiilien tiiveyskoestustulokset, Loviisa



Ulompien eristysventtiilien kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Loviisa



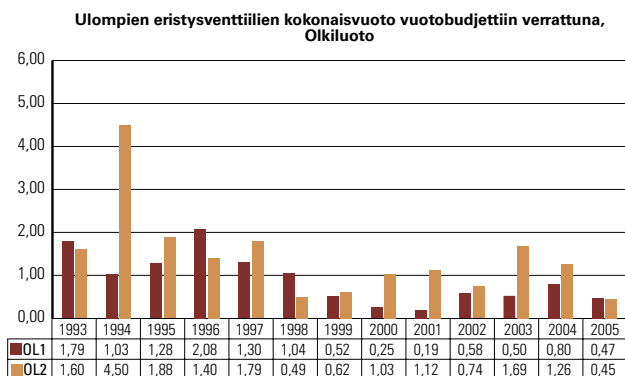
Suojarakennuksen aukkojen kokonaisvuoto vuotobudjettiin verrattuna, Loviisa



### Olkiluoto

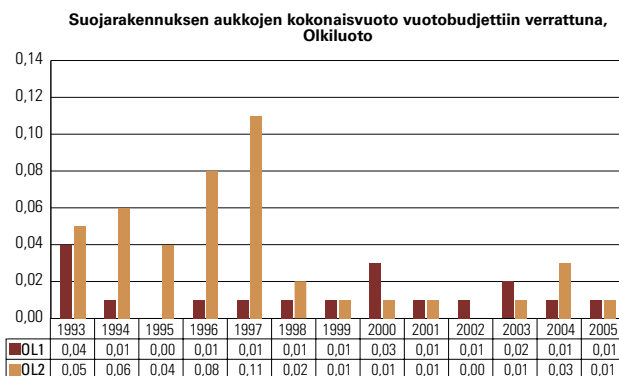
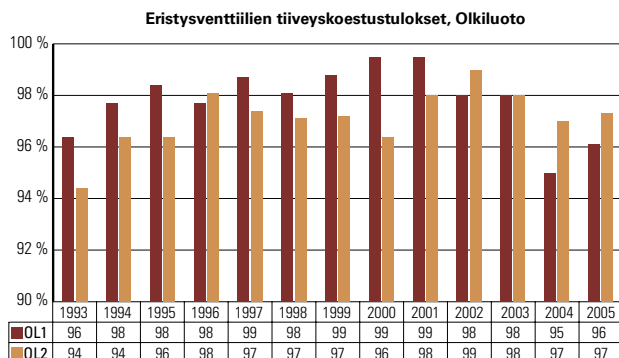
Olkiluoto 1:n ulompien eristysventtiilien summavuoto oli edellisten vuosien tapaan alle TTKE:ssa asetetun summavuodon rajan. Noin 30 % tulee pikasulkujärjestelmän 354 kahden eristysventtiilin vuodoista. Noin 8 % tulee syöttövesijärjestelmän 312 yhden venttiilin vuodosta. Tiiveyskokeissa suurin vuoto oli sisemmän päähöyryventtiilin 311V4 kautta. Syynä vuotoon oli kompletin rikkoutunut takaiskuventtiili.

Olkiluoto 2:n ulompien eristysventtiilien summavuoto oli alle TTKE:ssa asetetun summavuodon rajan. 57,8% tulee pikasulkujärjestelmän 354 kahden eristysventtiilin vuodoista ja noin 17% tulee syöttövesijärjestelmän 321 yhden venttiilin vuodosta. Tiiveyskokeissa suurin yksittäinen vuoto oli sisemmän päähöyryventtiilin 311V2 kautta. Syynä vuotoon oli kompletin rikkoutunut takaiskuventtiili.



Niiden eristysventtiilien osuus, jotka läpäisivät tiiveyskokeen ensimmäisellä kerralla on pysynyt tasaisena.

Aukkojen summavuoto, johon TVO:lla lasketaan ylemmän ja alemman henkilösulun, huoltokupolin ja PS-kupolin vuodot, on pysynyt pienenä.





## LIITE 2 Vuonna 2005 valmistuneet ydinvoimalaitosten turvallisuutta parantavat hankkeet

*Tapani Eurasto, Soile Metso, Janne Nevalainen, Hannu Ollikkala, Rainer Rantala, Heikki Saarikoski, Päivi Salo, Heimo Takala, Tapani Virolainen*

### Loviisan laitos

#### Hätä- ja häiriötilanneohjeiden uudistus

Loviisan voimalaitoksella on uudistettu hätä- ja häiriötilanneohjeistoa vuonna 2000 aloitetussa HOKE-projektissa. Projektissa on laadittu primääri- ja sekundääripiirin vuotojen aiheuttamien hätä- ja häiriötilanteiden tunnistusohjeet, ohjaajien ja turvallisuusinsinöörin ohjeet sekä ohjeita laitoksella tehtäviä toimenpiteitä varten. Osa vanhoista ohjeista poistuu kokonaan ja muilta osin hätä- ja häiriönselvitysohjeisiin on tehty tarpeelliset tarkastukset ja muutokset mm. siirtymisestä ohjeesta toiseen.

Uuden ohjeiston mukaisesti ydinvoimalaitoksen ohjaajat noudattavat hätä- ja häiriötilanteessa omia erillisiä ohjeitaan ja käynnistävät tarvittavat toimenpiteet vastuualueillaan. Vuoropäällikkö koordinoi toimenpiteitä ja tarkastaa päätoimenpiteet ja pääparametrit käyttäen omaa ohjettaan. Turvallisuusinsinööri valvoo itsenäisesti ohjaajien rinnalla turvatoimintoja erillisillä ohjeilla ja varmistaa, että laitos käyttäytyy odotetusti.

Uusitut ohjeet koostuvat tausta-aineistosta ja graafisista vuokaavioina esitetyistä valvomo-ohjeista. Tausta-aineistossa määritellään strategia ja perustellaan ohjaajan toimenpiteet hätä- ja häiriötilanteissa. Tausta-aineisto on perusta varsinaisille valvomo-ohjeille, jotka sisältävät ohjaajien toimenpiteet. Tausta-aineistoa voidaan hyödyntää myös koulutuksessa.

Loviisan laitoksen uusitut valvomo-ohjeet perustuvat ranskalaisiin ydinvoimalaitosten ohjeisiin. Projektin ranskalaiset asiantuntijat osallistuivat myös valvomo-ohjeiden ja niiden tausta-aineistojen validointiin ja verifiointiin Loviisan

laitoksen oman henkilöstön kanssa. Validoinnilla varmistetaan ohjeiston oikeellisuus mm. laitokseen vertaamalla ja simulaattorilla tehtävillä testeillä. Verifiointilla todennetaan mm. uuden ohjeiston vastaavuus ja toiminta laitoksen muiden ohjeiden kanssa. Projektiin kuului myös Loviisan laitoksen valvomohenkilöstön koulutus uusien ohjeiden käyttöön. Koska tehty uudistus on sekä rakenteellisesti että sisällöllisesti merkittävä, STUK edellytti, että valvomossa toimivat vuoropäälliköt ja ohjaajat ovat suorittaneet vuorokohtaisen työtaidonosoituksen ennen uusittujen ohjeiden käyttöönottoa.

STUK hyväksyi joulukuussa 2005 uusittujen hätä- ja häiriötilanneohjeiden käyttöönoton. Ohjeet on tarkoitus ottaa käyttöön Loviisan voimalaitoksella alkuvuodesta 2006.

### Olkiluodon laitos

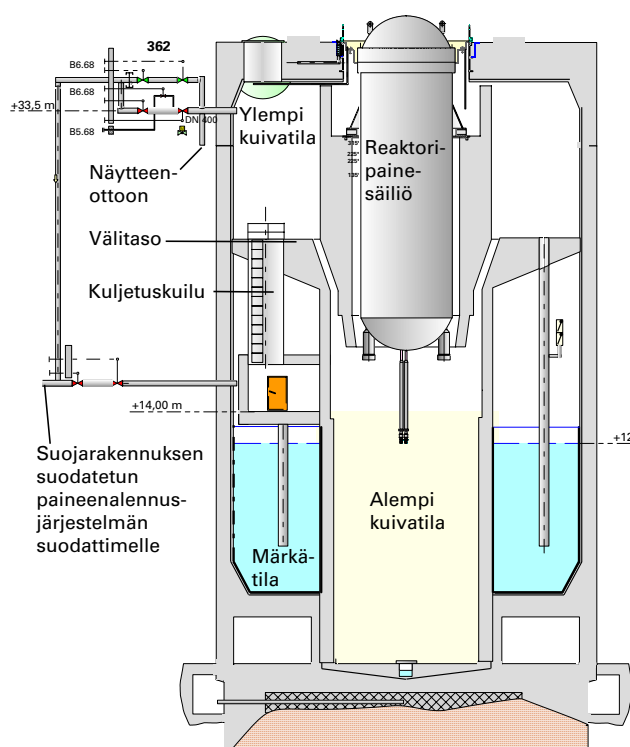
#### Suojarakennuksen välitason ja kuljetuskuilun liikuntasauvojen tiivistemuutokset Olkiluoto 2:lla

Vuosihuoltoseisokissa uusittiin suojarakennuksen välitason ja kuljetuskuilun liikuntasauvojen tiivisteet. Välitaso erottaa toisistaan ylemmän kuivatilan ja märkätilan. Ylemmässä kuivatilassa sijaitsevat korkeapaineista vettä ja höyryä sisältävät järjestelmät. Märkätila on suojarakennuksen vesitäytteinen alaosa, johon onnettomuustilanteessa johdetaan reaktorista purkautuva höyry. Teräsbetonisen välitason ja suojarakennuksen seinän väliseen liikuntasaumaan asennetun tiivisteeseen tulee kestää onnettomuustilanteiden siirtymiä, paine-eroa ja lämpökuormia. Suojarakennuksen

ylemmän ja alemman kuivatilan välinen teräksinen kuljetuskuilu on jäykästi kiinni betonivalussa molemmista päistä. Siihen on lämpö- ja muita pakkoliikkeitä kompensoimaan asennettu liikuntasauma. Suojarakennuksen eri osat esitetään kuvassa L2.1.

Liikuntasaumojen alkuperäisten kumitiivistien suunniteltu käyttöikä on päättynyt. Lisäksi alkuperäisessä suunnittelussa ei ole otettu huomioon vakavien onnettomuuksien olosuhteita ja välitason liikuntasauman tiiviste ja kuljetuskuilun tiiviste muodostavat vaaratekijän paineenalennustoiminnolle.

Välitason liikuntasauman uusi tiiviste asennettiin vanhan toimintakuntoisen tiivisteeseen päälle. Kuljetuskuilun vanha tiiviste poistettiin ja uusi tiiviste asennettiin olemassa olevaan laippaan. Uusien tiivistesten materiaali kestää aikaisempaa tiivistettä paremmin myös vakavien onnettomuuksien olosuhteita. Asennusten jälkeen tehdyissä tiiviyskokeissa kuljetuskuilun tiiviys oli hyvä. Välitason uuden tiivisteiden tiiviys oli tyydyttävä, ja sitä on tarkoitus parantaa.



**Kuva L2.1.** Kaaviokuva Olkiluoto 1:n ja 2:n suojarakennuksesta.

## Suojarakennuksen näytteenottojärjestelmän muutos Olkiluoto 2:lla

Olkiluoto 2:lla parannettiin näytteenottojärjestelmää siten, että suojarakennuksen kaasutilasta voidaan ottaa kaasunäytteet onnettomuustilanteessa. Suojarakennuksen kaasutilan radionuklidipitoisuudet on pystyttävä arvioimaan näytteenoton tai muun menetelmän perusteella myös vakavien onnettomuuksien aikana. Näytettä voidaan käyttää apuna päästön ajankohdan ja tarvittavien suojeletoimenpiteiden harkinnassa.

Uuden järjestelmän avulla kaasunäyte otetaan suojarakennuksen ylemmän kuivatilan kaasutilasta suojarakennuksen suodatettuun paineenalennusjärjestelmään liitettävän näytteenottoputken kautta (ks. kuva L2.1). Järjestelmällä voidaan määrittää jalokaasujen ja jodin pitoisuus suojarakennuksen kaasutilassa. Vapautuvien aerosolien määrää ei voida määrittää, mutta ne pidätyvät varsin tehokkaasti järjestelmän suodattimeen. Mittausten perusteella voidaan arvioida vakavassa onnettomuudessa mahdollisesti tehtävän paineenalennusjärjestelmän suodattimen kautta purkautuvan päästön suuruutta ja ympäristövaikutuksia.

Näytteenottojärjestelmä on normaalisti valmiustilassa eikä vaadi sähkövoimaa toimiakseen. Järjestelmästä otettu kaasunäyte analysoidaan laboratoriossa. Järjestelmä täydentää ja varmentaa muita valvontajärjestelmiä ja huonetilojen säteilymittausjärjestelmää, jotka on kytketty akkuvarmennettuun verkkoon. Näytteenottojärjestelmä asennettiin vuoden 2005 vuosihuollossa, mutta järjestelmää ei otettu vielä käyttöön venttiilien kulmavaihteissa ilmenneitten vikojen takia.

## Syöttövesijakajien uudelleen-asennus Olkiluoto 2:lla

Vuoden 2005 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 2:lla asennettiin uudelleen uudet, talven 2005 aikana korjatut syöttövesijakajat vanhojen tilalle. Uudet jakajat asennettiin vuoden 2003 seisokissa ensimmäisen kerran, mutta ne päätettiin vaihtaa vuoden 2004 vuosihuollossa takaisin vanhoihin jakajiin, koska uusissa jakajissa oli havaittu säröjä (ks. vuosiraportti 2004).

Uudet jakajat on suunniteltu vastaamaan korotetun tehon syöttövesivirtaamaa ja niiden suunnittelussa on otettu huomioon reaktoripainesäiliön

sisäpuolella sijaitseviin hätäjäähdytysjärjestelmän nousuputkiin kohdistuvat lämpörasitukset. Nousuputket sijaitsevat syöttövesijakajien kohdalla. Lämpörasitusvaaran aiheuttaa kylmä syöttövesi, joka sekoittuu höyrynerottimilta palaavaan kuumempaan veteen. Uusien jakajien tarkoituksena on saada virtauksien sekoittumiskohta kauemmaksi metallipinnoista ja rajoittamaan näin nousuputkien lämpöjännityksiä.

Olkiluoto 1:llä vuonna 2004 vaihdetuissa uusissa syöttövesijakajissa ei havaittu säröjä. Sekä Olkiluoto 1:n että 2:n jakajien tarkastuksia tehdään tulevaisuudessa seisokeissa.

### **Höyrynkuiivaimen uusiminen Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:n höyrynkuiivain uusittiin vuosihuolto-seisokissa 2005. Olkiluoto 1:llä ja 2:lla vuonna 1998 tehdyn tehonkorotuksen jälkeen reaktorista turbiinilaitokselle johdettavan höyryn kosteuspitoisuus kohosi. Ennen tehonkorotusta kosteuspitoisuus oli keskimäärin 0,1 %:n tasolla. Tehonkorotuksen jälkeen kosteuspitoisuuden vuosittaiset keskiarvot ovat vaihdelleet Olkiluoto 1:llä välillä 0,27–0,33 % ja Olkiluoto 2:lla välillä 0,31–0,34 %. Höyrynkosteuden ei ole todettu lisänneen eroosio-korroosiota turbiinijärjestelmissä. Reaktorin tuotama höyry johdetaan Olkiluoto 1:llä ja 2:lla suoraan turbiinilaitokselle ja siten kosteuden mukana myös veteen liuenneet radioaktiiviset aineet kulkeutuvat turbiinilaitokselle aiheuttaen siellä säteilytason nousua. Annosnopeudet turbiinilaitoksella ovat olleet 2–10-kertaisia verrattuna ennen tehonkorotusta vallinneeseen tilanteeseen. Kohonneella höyrynkosteudella on oleellinen työntekijöiden säteilyannoksia lisäävä vaikutus, kun työskennellään höyryn kanssa kosketuksissa olevissa järjestelmissä tai niiden läheisyydessä. Olkiluoto 1:n ja 2:n työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset ovat olleet STUKin asettamaa raja-arvoa pienemmät (ks. luku 3.2.4).

Kosteuden alentamiseksi Teollisuuden Voima Oy tilasi uudet höyrynkuiivaimet. Kuivainten erotinpaneelien aiempaa tehokkaammalla muotoilulla pyrittiin vähentämään höyryn kosteus alle 0,1 prosenttiin. Uusi kuivain asennettiin Olkiluoto 2:lle vuosihuollossa 2005 ja asennetaan Olkiluoto 1:lle vuosihuollossa 2006.

Olkiluoto 2:n höyrynkuiivain valmistui ja toimitettiin Olkiluotoon tammikuussa 2005. Kuivaimen pakkaus oli kuitenkin rikkoutunut matkalla, ja

kuivaimen sisään oli päässyt lunta ja epäpuhtauksia. Vastaanottotarkastuksessa havaittiin myös, että valmistuksessa kuivaimen oli jäänyt mm. koneistuslastuja. Teollisuuden Voima Oy teki kuivaimelle tehostetun puhdistuksen ennen sen siirtoa reaktorihalliin. Samalla käynnistettiin selvitykset ja korjaavat toimet, joilla vältetään vastaavat ongelmat Olkiluoto 1:n kuivaimessa.

Olkiluoto 2:lla höyryn kosteudeksi mitattiin vuosihuollon jälkeen täydellä teholla 0,009 %. Käytön jatkuessa kosteusarvot ovat olleet 0,007 %.

### **Korkeapaineturbiinin ja välitulistimien uusiminen Olkiluoto 2:lla**

Olkiluoto 2:lla uusittiin vuosihuollossa 2005 korkeapaineturbiini ja välitulistimet. Uusimisen tarkoituksena oli nostaa turbiinista saatavaa tehoa sekä vähentää höyryn kosteuspitoisuutta. Korkeapaineturbiinin hyötysuhde oli vuosien aikana tehtyjen muutosten, mm. kahden siipivyöhykkeen poiston seurauksena huonontunut merkittävästi. Vuonna 1998 loppuunsaatetut tehonkorotukset olivat kasvattaneet välitulistimien kuormitusta. Tulistinputkia on tulpattu ja siten välitulistimien elinikä on rajoitettu.

Korkeapaineturbiinin hyötysuhteen parantamiseksi voimayhtiö päätyi kaksivaiheiseen välitulistukseen entisen yksivaiheisen asemesta. Kaksivaiheiseen välitulistukseen siirryttäessä tarvittiin korkeapaineturbiinilta uusi höyryn väliotto, joka toimittaa höyryä uuden kaksivaiheisen välitulistimen ensimmäisen vaiheen putkiryhmään. Välitulistimen toinen putkiryhmä saa tuorehöyryn edelleen suoraan reaktorista. Korkeapaineturbiinin siipiprofiileja parannettiin, jolloin turbiinin teho kasvoi.

### **Turbiinilaitoksen automaation uudistus Olkiluoto 2:lla**

Vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 2:n turbiinilaitokselle asennettiin uusi ohjausjärjestelmä. Syynä järjestelmän uusimiseen oli vanhan järjestelmän varaosien saannin vaikeutuminen. Myös turbiinilaitoksella vuonna 2005 tehty ja vuonna 2006 tehtäväksi suunnitellut muutokset edellyttävät muutoksia automaatiojärjestelmään. Uuden järjestelmän myötä laitteiden kunnossapito helpottuu. Järjestelmän uusimisen tavoitteena on myös luotettavuuden parantaminen ja häiriöherkkyyden pienentäminen. Uuden järjestelmän esiasen-

nukset tehtiin vuoden 2004 vuosihuollossa sekä Olkiluoto 1:llä että 2:lla.

Uudessa automaatiojärjestelmässä logiikat on toteutettu ohjelmoitavalla tekniikalla. Uusi järjestelmä mahdollistaa prosessin tilatietojen mitausten määrän lisäämisen. Turbiiniohjaajille uusi järjestelmä mahdollistaa turbiiniautomaation osalta aikaisempaa monipuolisemman informaation käsittelyn, prosessiohjaukset operointityöasemalta, trendiseurannat ja huomiorajojen asettelut. Huomiorajojen asettelun avulla ohjaajat voivat reagoida pieniinkin prosessimuutoksiin. Valvomossa turbiinipuolen ohjauspulpetti korvattiin turvallisuusjärjestelmien ohjauspulpetilla ja turbiinijärjestelmien ohjaus- ja valvontapöydällä ja valvomoon asennettiin suurkuvanäyttö. Ohjausjärjestelmän uusimisen yhteydessä tuli tarpeelliseksi lisätä myös prosessitietokonejärjestelmän kapasiteettia turbiiniautomaatiosta saatavan suuren tietomäärän vuoksi.

Turbiiniautomaation uudistus toi ensi kertaa suomalaisen ydinvoimalaitoksen valvomoon sen piirteen, että eräitä prosesseja voidaan ohjata operointityöasemajärjestelmän ohjelmiston kautta. Ohjattavien prosessien turvallisuusmerkitys on vähäinen.

Turbiinilaitoksen automaatiouudistuksen käyttöölyttäminen tuotiin Olkiluoto 1:n ja 2:n koulutussimulaattorille syyskuussa 2004, mistä lähtien käyttökäyttöön oli mahdollista kouluttaa uuden turbiiniautomaation käyttöön.

### **Keskijännitekojeistojen uusiminen Olkiluoto 2:lla**

Vuoden 2005 vuosihuoltoseisokissa Olkiluoto 2:lla uusittiin omakäyttösähköjärjestelmään kuuluvat 6,6 kV keskijännitekojeistot, joiden kautta ystön tarvitseman omakäyttösähkön jakelu pääosin tapahtuu. Uusimiseen johtaneita syitä olivat lähinnä alkuperäiskojeistojen ikääntyminen ja varaosatilanne sekä tarve saattaa kojeistot nykyajan vaatimuksia vastaaviksi. Tämä REMES-projekti käsitti yhteensä yli 60 keskijännitekojeistokennon uusimisen. Lisäksi projektiin kuului merkittäviä muutoksia ja uusintoja koskien mm. ohjaus-, rele-suojaus- ja apujännitejärjestelmiä, kaapelointia ja rakennusteknisiä töitä.

Kojeistojen modernisoinnin ansiosta niiden käytettävyys, suojaus, valvonta ja häiriökestoisuus paranivat. Vastaavat muutokset on suunniteltu tehtäviksi Olkiluoto 1:llä vuonna 2006.

## LIITE 3 Poikkeukselliset käyttötapahtumat

*Tapani Eurasto, Jukka Kupila, Risto Sairanen, Jorma Sandberg,  
Rainer Rantala, Kirsti Tossavainen*

### Loviisan laitos

#### **Meriveden pinnan merkittävä nousu ja sen seurauksena julistettu varautumistila Loviisan laitoksella**

Meriveden pinta nousi 9.1.2005 kello 4.35 Loviisan ydinvoimalaitoksella tasolle +1,4 m, jolloin laitoksella julistettiin laitoksen hätätilanneohjeen mukaan erikoistilanne ja seuranta tehostettiin. Kello 7.39 pinta nousi tasolle +1,60 m ja laitos julisti hätätilanneohjeen mukaan varautumistilan ja kutsui laitoksen valmiusorganisaation koolle. Kello 11.55 meriveden pinta saavutti maksimiarvonsa +1,73 m. Meriveden pinnan nousun aikana laitostiloja tarkkailtiin mahdollisen tulvimisen varalta. Vuotoja laitostiloihin tai muita laitoksen turvallisuutta vaarantavia ilmiötä ei havaittu, ja molemmat laitossyksiköt toimivat normaalisti. Loviisan voimalaitos teki erikoistilannetta ja varautumistilaa koskevat ilmoitukset STUKille, joka käynnisti oman valmiusorganisaationsa toiminnan.

Kello 13.00 meriveden pinta oli laskenut alle varautumisrajan +1,60 m. Varautumistila purettiin kello 14.00 ja erikoistilanne kello 19.00.

Loviisan voimalaitoksen suunnitteluperuste meriveden pinnankorkeuden suhteen on +2,0 m, mutta merkittävää laitostilojen tulvimista aiheuttaisi vasta yli +2,5 m pinnankorkeus yhdistyneenä voimakkaaseen aallokkoon. Jos meriveden pinnankorkeus olisi ylittänyt tason +1,75 m Loviisa 1:llä ja tason +1,8 m Loviisa 2:lla, yksiköt olisi hätätilanneohjeiden mukaan pitänyt ajaa seisokkitilaan.

Loviisan voimalaitos on tehnyt tapahtuman johdosta eräitä pienehköjä ohjeisto- ja laitosmuutoksia muun muassa eri organisaatiosyksiköiden toiminnan yhdenmukaistamiseksi sekä laitoksen perusvesi- ja salaojakaivojen tyhjennyspumppujen toiminnan varmistamiseksi. Loviisan voimalaitos

on lisäksi arvioinut korkeaan meriveden pintaan liittyviä ohjeita, toimenpiderajoja ja toimenpiteitä. Voimalaitoksen arvion mukaan hätätilanneohjeissa ei ole puutteita. Asian käsittely STUKissa jatkuu vuoden 2006 puolella.

Meriveden pinta nousi 9.1.2005 koko Suomen etelärannikolla poikkeuksellisen korkealle, ja aikaisempien huippuarvojen ylitys oli suhteellisen suuri, 15–30 cm. Nousun syynä oli Itämeren alueella vallinnut voimakas tuuli, ilmanpaineen vaihtelujen aiheuttama veden aaltoilu Itämeren altaan päästä toiseen sekä Pohjanmeren pitkäaikaisten tuuliolosuhteiden aiheuttama Itämeren suuri vesimäärä.

Laitossyksiköiden turvallisuustaso ei alentunut merkittävästi meriveden pinnan poikkeuksellisen nousun takia. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

Olkiluodossa meriveden pinnan nousu oli huomattavasti vähäisempää kuin Loviisassa, eikä Olkiluodon voimalaitoksella ollut tarpeen ryhtyä toimenpiteisiin.

#### **Primääripiirin veden vuoto sekundääripiiriin Loviisa 2:lla**

Loviisa 2:lla on vuoden 2004 lopulla todettu, että yhden höyrystimen kautta sekundääripiiriin pääsee primääripiirin vettä. Vuoto on erittäin pieni eikä sillä ole merkitystä laitoksen eikä ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

Laitossyksiköllä on kuusi höyrystintä, joiden putkissa kiertävä noin 300-asteinen primääripiirin vesi höyrystää sekundääripiirin veden turbiinille johdettavaksi höyryksi. Ejektorit poistavat ilman ja lauhtumattomat kaasut turbiinilauhduttimesta ja puhaltavat ne ulkoilmaan. Primääripiiriin ja sekundääripiiriin välisessä vuototilanteessa on mahdollista, että radioaktiivisia aineita pääsee ilmaan lauhduttimesta poistuvien kaasujen mu-

kana ja mereen sekundääripiirin viemäröinnin kautta. Normaalitilanteessa, jossa vuotoa ei ole, sekundääripiirissä ei ole radioaktiivisia aineita.

Vuoto havaittiin, kun pääejektorin ilman tarkkailunäytteissä todettiin laboratoriomittauksilla loka-marraskuussa 2004 pieni määrä arseeni-76-isotooppia, joka on peräisin primääripiirin vedestä. Joulukuussa arseenipitoisuus oli suurempi kuin aikaisemmin. Vuotohavainto varmistui, kun joulukuussa tehdyissä mittauksissa todettiin Loviisa 2:n sekundääripiirin tritiumpitoisuuden olevan suurempi kuin Loviisa 1:n. Myös tritium on peräisin primääripiirin vedestä. Vuotokohta paikannettiin yhteen höyrystimeen. Vuodon kooksi on arvioitu muutamia kymmeniä millilitroja tunnissa. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaan vuodon sallitaan olevan kaksi litraa tunnissa, ennen kuin on ryhdyttävä toimenpiteisiin vuodon korjaamiseksi. Kun kyseessä on pieni vuoto, vuodon kehityksen seuraaminen on riittävä toimenpide.

Vuotokohta pyrittiin paikantamaan vuosihuoltoseisokissa 2005, mutta vuodon pienuuden takia paikantaminen ei onnistunut. Etsintä tehtiin paineistamalla sekundääripuoli ilmalla (6 bar) ja tarkkailemalla höyrystimen kollektorista nousevia ilmakuplia. Menetelmää on käytetty muilla Loviisan laitoksen kanssa samaa tyyppiä olevilla laitoksilla eli VVER-440-laitoksilla. Vuodosta aiheutuvia kuplia ei havaittu mm. siksi, että veden liuenneet kaasut muodostivat myös kuplia. Voimayhtiössä selvitetään vuodon paikantamismenetelmien kehittämistä.

Laitosyksiköllä on ollut vuodesta 2002 alkaen myös toisessa höyrystimestä vuoto primääripiiristä sekundääripiiriin. Vuoto on vuonna 2004 havaittua vuotoa huomattavasti pienempi. Vuotokohtaa ei ole pystytty paikantamaan sen pienuuden vuoksi.

Loviisan laitoksella sekundääripiiristä ilmaan tapahtuvia päästöjä valvotaan turbiinilaitoksen höyrylinjoissa ja pääejektorien ulospuhalluslinjoissa olevien jatkuvatoimisten aktiivisuusmittausten sekä laboratorioanalyysien avulla. Myös sekundääripiirin vuodoista aiheutuvia vesipäästöjä viemäröinnin kautta mereen valvotaan sekundääripiirin aktiivisuusmittauksilla. Lisäksi päästöjä arvioidaan tarvittaessa laskennallisilla menetelmin primääripiiristä sekundääripiiriin vuotaneen veden aktiivisuusmäärän perusteella.

Loviisan laitosyksiköllä kahden höyrystimen

lämmönsiirtoputket tarkastetaan pyörrevirtamenetelmällä joka toinen vuosi eli kaikki lämmönsiirtoputket tarkastetaan kuuden vuoden välein. Tarkastusten perusteella on tulpattu lähes 40 putkea. Lukumäärä on alhainen verrattuna muihin painevesilaitoksiin. Vaurioituneet putket pyritään tulppaamaan ennen kuin vaurio kasvaa seinämän läpi. Putket on mitoitettu niin, että niissä voi olla kohtalaisen pitkä seinämän läpi oleva särö ennen kuin ne murtuvat. Tällä vuoto ennen murtumaa-periaatteella tarkoitetaan, että marginaalia putken murtumaan katsotaan olevan vielä riittävästi, kun vuotokohta havaitaan.

## Olkiluodon laitos

### Polttoaineen suojakuoren vuodot

#### Olkiluoto 2:lla 30.8.2004 havaittu vuoto

Olkiluoto 2:lla havaittiin 30.8.2004 ydinpolttoaineen suojakuoren vuoto. Ensimmäiset merkit vuodosta saatiin turbiinilauhduttimen poistokaasun aktiivisuusmittauksesta. Polttoainevuodon olemassaolo vahvistettiin samana päivänä otetun vesinäytteen laboratoriomittauksella. Mittausten perusteella voitiin päätellä, että kyseessä oli pieni pistemäinen vuoto.

Polttoainesauvat ovat ohuita metalliputkia, jotka on täytetty uraanidioksidista puristetuilla polttoainetableteilla. Polttoainepun rakenne esitetään kuvassa L3.1. Kaasutiivis suojakuori estää radioaktiivisten fissiotuotteiden pääsyn polttoaineesta reaktorin jäähdytysveteen. Reaktorilta turbiinille menevien höyrylinjojen sekä lauhduttimen poistokaasulinjojen aktiivisuutta valvotaan jatkuvatoimisin mittauksin, jotka antavat nopeimmin tiedon mahdollisesta polttoainevuodosta. Lisäksi tarkkaillaan kaasumaisten ja veteen liuenneiden radioaktiivisten aineiden määrää säännöllisin laboratoriomittauksin.

Vuotokoon kehittymistä seurattiin koko käyttöjakson ajan. Alkuvaiheessa vuodon kautta vapautunut aktiivisuus kasvoi hitaasti. Jäähdytteen neptunium-239-nuklidin aktiivisuuspitoisuus alkoi kasvaa tammikuussa 2005, mikä osoitti, että suojakuoreen oli syntymässä sekundäärivaurio. Sekundäärivaurion aiheuttaa alkuperäisestä vauriosta sauvaan päässyt vesi, josta vapautunut vety haurastuttaa suojakuorta sisältäpäin. Sekundäärivaurio on yleensä suurempi kuin alkuperäinen vaurio. Sekundäärivaurion kautta jääh-



dytteeseen pääsee polttoaineuraania. Ensimmäiset merkit jäähdytysveteen liuenneesta uraanista saatiin 20.1.2005. Ennen vuosihuoltoa jäähdysvetteen siirtyi sekundäärihalkeaman kautta maksimissaan 12 g uraania, mikä vastaa kahta polttoainetablettia.

Vuoto paikannettiin käytön aikana 16.10.2004 yhteen polttoainenippuun. Polttoaineen suojakuoren käytön aikana kohdistuvaa tehokuormitusta pienennettiin rajoittamalla nipun lähellä olevan säätösauvan liikuttelua. Vaurioitunut polttoainenippu poistettiin reaktorista vuosihuoltoseisokissa 2005. Tarkastuksissa nipusta löydettiin ohut metallilastu, jonka hankautuminen polttoainenipun kulmasauvaa vasten sai aikaan alkuperäisen suojakuorivaurion. Vauriota seurasi neljän kuukauden viiveellä sekundäärivaurio vuotavan polttoainesauvan alaosaan. Vaurio kasvoi käyttöjakson loppulla täydelliseksi sauvan poikittaismurtumaksi.

Teollisuuden Voima Oy tarkasti kaikkien käyttöjaksolla 2004–2005 reaktorissa olleiden polttoainenippujen tiiviyn huoltoseisokin aikana, eikä muita vuotavia nippuja löytynyt. Polttoainevuodon vaikutus laitostilojen säteilytasoihin ja työntekijöiden vuosihuollossa saamiin säteilyannoksiin oli vähäinen. Polttoainevuodosta aiheutuneet radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön olivat myös vähäiset, eikä niillä ole merkitystä ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta. Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

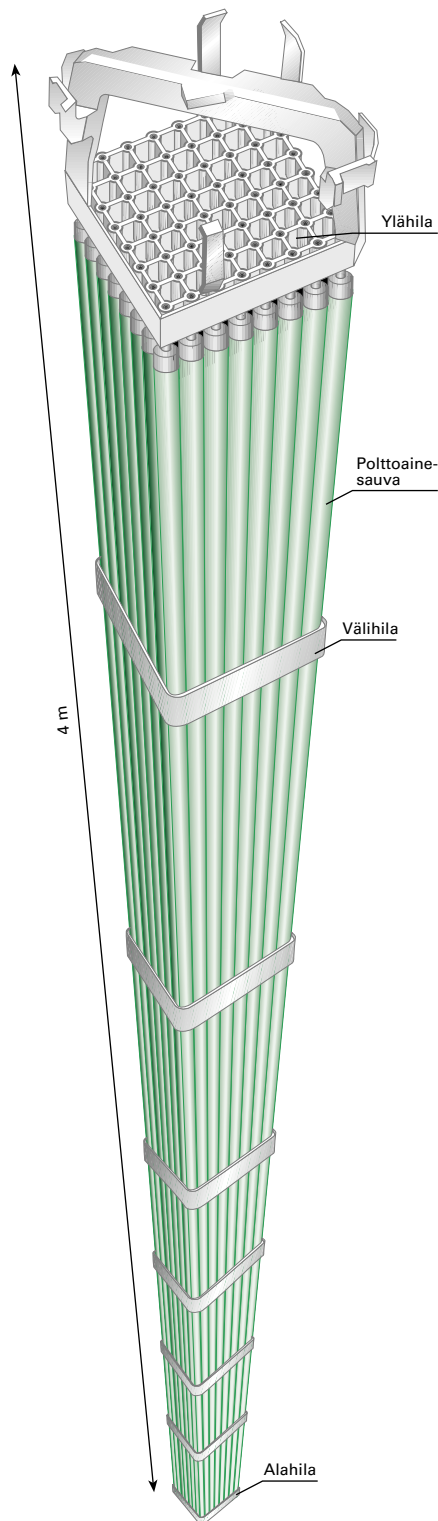
### 25.7.2005 havaittu vuoto

Olkiluoto 2:lla havaittiin 25.7.2005 uusi ydinpolttoaineen suojakuoren vuoto. Turbiinilauhduttimen poistokaasujärjestelmän jatkuvatoimisen aktiivisuusmittauksen tulosten perusteella voitiin päätellä, että kyseessä oli pieni polttoainevuoto. Laboratoriomittausten mukaan vuoto oli alkanut 23.7.2005. Polttoainevuoto on pysynyt pienenä, eikä jäähdysvesi ole päässyt kosketuksiin polttoaineuraanin kanssa. Polttoainevuotoa seurataan mm. reaktoriveden jodi-131-nuklidin aktiivisuuspitoisuuden avulla. Vuoden 2005 loppuun mennessä jodi-131-aktiivisuuspitoisuus on ollut enimmillään noin 3 promillea toimenpiteitä edellyttävästä raja-arvosta.

Voimayhtiö seuraa vuodon kehittymistä jatkuvatoimisilla aktiivisuusmittauksilla sekä la-

boratoriossa tehtävin mittauksin. Vuotava nippu poistetaan reaktorista viimeistään vuoden 2006 vuosihuoltoseisokissa.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.



Kuva L3.1. Kaaviokuva Olkiluoto 2:n polttoainenipusta.

### **Reaktoripaineastian kannen suurimman sallitun nostokorkeuden ylitys Olkiluoto 1:llä ja 2:lla**

Reaktoripainesäiliön kantta on Olkiluoto 1:llä ja 2:lla nostettu vastoin turvallisuusteknisiä käyttöehtoja (TTKE). Laitosyksiköillä on vuosihuolloista 1998 lähtien jouduttu poikkeamaan normaalis- ta nostoreitistä polttoainealtaisiin varastoitujen, käytöstä poistettujen höyrynerottimien vuoksi. Reaktoripainesäiliön kantta on jouduttu nostamaan noin 7,5 metrin korkeuteen, jotta kansi voidaan turvallisesti siirtää vanhan höyrynerottimen yli. TTKE:ssä on kuitenkin määrätty suurim- maksi sallituksi nostokorkeudeksi noin 5,7 metriä. Rajoituksella turvataan reaktorin ja polttoaineen eheys, mikäli kansi putoaisi noston aikana avoi- men reaktorin päälle.

Teollisuuden Voima Oy havaitsi poikkeaman nosturikuljettajien koulutustilaisuudessa 29.4.2005, kun nostoihin liittyviä TTKE-ehtoja tarkasteltiin. Tämän jälkeen voimayhtiö haki STUKilta lupaa TTKE:sta poikkeavalle nostotavalle. Hakemuksessa oli arvioitu lisääntyneen nostokorkeuden turvalli- suusmerkitys, mikäli kansi putoaisi. Poikkeama ei hakemuksessa esiteltujen uusien analyysien mu- kaan uhannut rakenteiden eheyttä. STUK hyväksyi poikkeaman, mutta edellytti TTKE-poikkeamien selvittämistä ja raportointia.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luok- kaan 0.

Olkiluoto 2:n vanha höyrynerotin romutettiin ennen vuosihuoltoa 2005 ja Olkiluoto 1:n vanhan höyrynerottimen romutus aloitettiin syyskuussa 2005 ja työn arvioidaan päättyvän helmikuussa 2006. Näin ollen reaktoripainesäiliöiden kannen nostoissa ei jouduta enää poikkeamaan alkuperäi- sestä korkeudesta.

### **Olkiluodon laitosyksiköiden välisten sähkönsyöttökatkaisijoiden relesuojauksen asetteluvirhe**

Olkiluoto 2:n vuosihuollossa havaittiin 9.5.2005 Olkiluoto 1:n ja 2:n välisten sähkönsyöttökatkai- sijoiden relesuojauksessa asetteluvirhe, joka olisi saattanut aiheuttaa tarvetilanteessa häiriöitä yk- siköiden välisissä syöttöyhteyksissä.

Olkiluoto 1:n ja 2:n dieselvarmennettujen 660 V kytkinlaitosten välille on rakennettu sähkökaa- peliyhteydet, joiden avulla toiselta yksiköltä voi- daan syöttää dieselvarmennettua sähköä toiselle

yksikölle. Kaapeliyhteyksiä tarvitaan, jos toisen yksikön vikaantunut varavoimadieselgeneraattori halutaan korvata toisen yksikön käyttökuntoisella dieselillä. Kaapeliyhteydet on varustettu yhteensä kahdeksalla identtisellä syöttökatkaisijalla, joiden avulla sähkönsyöttö voidaan toteuttaa.

Olkiluoto 2:n vuosihuollossa tehtiin keskijänni- tekojeistojen uusintatyötä (REMES-projekti), joka edellytti tilapäiskytkentöjä sähköjärjestelmissä. Tilapäiskytkennöissä käytettiin hyväksi myös laitosyksiköiden välisten syöttöyhteyksien kat- kaisijoita. Erään tilapäiskytkennän käyttöönoton yhteydessä havaittiin, että kaksi laitosyksiköi- den välisten syöttöyhteyksien katkaisijaa avautui. Katkaisijoiden avautumisen syytä selvitettyäessä havaittiin, että kyseisten katkaisijoiden oikosulku- suojan asetteluarvot olivat virheelliset, koska oiko- sulkusuoja ei ollut suunniteltua 0,1 sekunnin aikaviivettä. Myöhemmissä selvityksissä todettiin, että kaikkien kahdeksan katkaisijan oikosulku- suojaus oli virheellinen.

Selvitysten perusteella on aihetta epäillä, että virhe on ollut olemassa piilevänä kyseisten kat- kaisijoiden asennuksesta eli vuodesta 1989 lähti- en. Tilapäiskytkentöjen yhteydessä tapahtumalla ei ollut suurta merkitystä laitosyksiköiden tur- vallisuudelle, mutta tarvetilanteessa virheelliset katkaisijasuojan asetteluarvot olisivat saattaneet aiheuttaa häiriöitä laitosyksiköiden välisissä syöt- töyhteyksissä. Tapahtuma luokiteltiin INES-astei- kolla luokkaan 1.

Tapahtuman johdosta Teollisuuden Voima Oy tarkasti kaikkien katkaisijoiden asetteluarvot ja korjasi virheelliset arvot vastaamaan suunnitel- tuja. Lisäksi voimayhtiö on selvittänyt vastaavien katkaisijoiden ennakkuhoolto- ja relekoestusohjel- mien asianmukaisuuden.

### **Sähkökatkos Olkiluoto 2:lla vuosihuoltoseisokin aikana**

Olkiluoto 2:n vuosihuollon aikana tapahtui 11.5.2005 sähkökatkos, joka pysäytti laitosyksiköl- lä eräitä ydinturvallisuutta varmistavia laitteita kuten seisokin aikaisessa jälkilämmönsiirrossa tarvittavia pumppuja, kunnes varavoimadieselit alkoivat toimia. Lisäksi katkos aiheutti muun mu- assa valaistuksen, ilmastoinnin ja hissien toimin- tahäiriöitä.

Vuosihuollon muutostöihin liittyvien tilapäis- ten kytkentäjäjärjestelyjen yhteydessä yksi ulkoisen

110 kV verkon syöttökatkaisija avautui virheellisesti suunnitellun syöttökatkaisijan ohjauskaapelin erotuksen seurauksena. Katkaisijan avautuminen aiheutti jännitteen menetyksen laitossyksikön kahdessa neljästä dieselvarmennetusta omakäyttösähköverkon osajärjestelmästä. Toisen osajärjestelmän toimintaa varmentava varavoimadieselgeneraattori käynnistyi heti ja alkoi syöttää varasähköä suunnitellusti. Toisen osajärjestelmän dieselgeneraattori sen sijaan ei käynnistynyt automaattisesti, koska siihen liittyvän relesuojauksen koestus oli ollut käynnissä samanaikaisesti estäen automaattisen käynnistymisen ja kytketymisen. Dieselgeneraattori käynnistettiin käsin, mutta dieselgeneraattorin katkaisijan sulkeminen epäonnistui katkaisijan ohjauspiirissä tehdyn, virheellisesti suunnitellun erotuksen takia. Teollisuuden Voima Oy selvitti tapahtuman syyt ja palautti osajärjestelmään jännitteen vajaan puolen tunnin katkoksen jälkeen.

Tapahtuma ei vaarantanut ydinpolttoaineen jäähtymistä eikä aiheuttanut muita vaaratilanteita. Tapahtumaan liittyi kuitenkin lukuisia inhimillisiä virheitä, jotka olisivat saattaneet johtaa sähkökatkoksen merkittävään pitenemiseen. Tapahtuma osoitti myös puutteita turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien työsuunnittelussa ja siksi tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1.

Katkos johtui sähköjärjestelmien muutostöissä tapahtuneesta sähkökytkentöjen erotusvirheestä. Tapahtuman johdosta voimayhtiö keskeytti kyseiset työt ja tarkisti muutostöiden turvakytkentöjen suunnitelmat ja aikataulujen oikeellisuudet. Lisäksi voimayhtiö on suunnitellut parannuksia turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien koestusten koordinointiin.

### **Varavoimadieselien ilmanottoaukon sulkeminen Olkiluoto 2:lla**

Olkiluodon laitossyksiköillä 1 ja 2 tehtyjen ulko-ovien uusimisten yhteydessä peitettiin dieselgeneraattorin ulko-oven yläpuolella oleva ilmanottoaukko, jottei ilman karkaa pääsisi betonipölyä. Dieselmoottorin imuilman ottoaukon sulkeminen ei olisi tehnyt dieselgeneraattoria kokonaan käyttökunnottomaksi, mutta se alensi dieselin käynnistymisen onnistumistodennäköisyyttä.

Kummallakin Olkiluodon laitossyksiköllä on neljä varavoimadieselgeneraattoria, jotka käyn-

nistyvät automaattisesti syöttämään laitossyksiköiden tarvitseman sähkön tilanteessa, jossa laitossyksikön sekä ulkoisen sähkön että ns. omakäyttösähkön saanti on estynyt. Jokainen dieselgeneraattori on sijoitettu erilliseen huonetilaan. Turvallisuustekniset käyttöehdot edellyttävät, että laitossyksiköllä on vähintään kaksi dieselgeneraattoria apujärjestelmineen käyttökunnossa. Voimalaitosrakennusten ulko-ovien muutostyö sisältää myös varavoimadieselhuoneiden ulko-ovien vaihtamisen. Välittömästi dieselhuoneiden ovien yläpuolelle on asennettu dieselmoottorin paloilmanno-ottoaukko kanavineen.

Olkiluoto 1:llä vaihdettiin yhden dieselhuoneen ovi 17.–21.3.2005. Työn yhteydessä todettiin, että uuden oven karmi on korkeampi kuin vanhan oven aukko. Oven päältä ilmanottoaukon molemmin puolin jouduttiin poistamaan betoniseinää ja muotoilemaan ilmanottoaukon ritilärakennetta, jotta uusi oven karmi mahtuisi paikalleen. Betonin poistamiseen käytettiin kulmahiomakonetta. Ilmanottoaukon eteen kiinnitettiin vanerilevy betonin leikkauksen ajaksi, jotta syntyvä pöly ei pääsisi dieselin ilmanottoaukkaan. Vanerilevy sai olla paikallaan vain betonin leikkaamisen ajan. Levy tuli poistaa, kun poistutaan työpaikalta tai jos dieselmoottori käynnistyy työn aikana. Levy oli ilmanottoaukon edessä n. kaksi tuntia.

Olkiluoto 2:lla vaihdettiin dieselhuoneen ovia 15.7.2005 ja 13.9.2005 alkaen samalla menettelyllä. Jälkimmäisen oven vaihtotyön aikana kiinnitettiin huomiota ilmanottoaukon edessä olevaan vanerilevyyn. Vanerilevy poistettiin aukon edestä ja työtä jatkettiin ilman suojailevää.

Tapahtuman seurauksena työmenetelmiä muutettiin siten, että ilmanottoaukon peittämistä ei tarvita. Lisäksi voimayhtiö paransi ovien vaihtotyön työluopäytäntöä.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 0.

### **Dieseltilojen hiilidioksidisammutusjärjestelmän hälytyskoestuksen jättäminen tekemättä Olkiluoto 1:llä ja Olkiluoto 2:lla**

Dieseltilojen hiilidioksidisammutusjärjestelmän hälytystä ei ole koestettu turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) vaatimusten mukaisesti kerran viikossa.

Hiilidioksidisammutusjärjestelmän tarkoituksena on mahdollisen tulipalon automaattinen tai

manuaalinen sammuttaminen jäterakennuksessa tai varavoimadieselhuoneissa. Lisäksi järjestelmällä on tarkoitus estää tulipalon leviäminen sytymiskohdetta ympäröiviin tiloihin. Järjestelmän peruslaitteistona on 5000 kg:n alijäähdytetty CO<sub>2</sub>-säiliö, josta on johdettu erilliset CO<sub>2</sub>-putket varavoimadieseleille, bitumivarastoon, bitumin valuasemalle ja jätevarastoon. Järjestelmä on jatkuvasti toimintavalmiina. Mikäli jossakin dieselhuoneessa havaitaan käsisammuttimille ylivoimainen tulipalo, suljetaan ilmastointi ja huoneeseen laukaistaan CO<sub>2</sub>-manuaalilaukaisulla. Muissa palokohteissa järjestelmä toimii omien ilmaisijoiden ohjaamana automaattisesti tai manuaalilaukaisulla.

Vuoden 1998 loppupuolella hiilidioksidisäiliön painon mittausta vaihdettiin epävarmasti toimivasta mekaanisesta vipuvarsimenetelmästä elektroniseen laitteistoon. Säiliön painon alarajahälytys

muuttui hankalaksi koestaa. Valvontaa muutettiin siten, että viikon välein tehtävän hälytyksen määräaikaiskoestuksen sijaan hälytyksen meno keskusvalvomoon todetaan vuosineljänneksittäin tehtävien koelaukaisujen yhteydessä. TTKE:n mukaista vaatimusta määräaikaiskokeen suorittajuudesta tai TTKE:n muutostarvetta ei tiedostettu. Säiliössä olevan hiilidioksidin määrää on kuitenkin valvottu ohjeen mukaisen viikkotarkastuksen yhteydessä kirjaamalla elektronisen vaa'an lukema.

Voimayhtiö päivitti tapahtuman johdosta TTKE:n ja tarkisti eri asiakirjojen yhdenmukaisuuden.

Tapahtuma luokiteltiin INES-asteikolla luokkaan 1, koska vastaavia tapahtumia, joissa TTKE:n muutostarvetta ei ollut tiedostettu, on ollut aikaisemminkin (mm. vuosiraportit 2000, 2002 ja 2003).

## LIITE 4 STUKin myöntämät ydinenergialain mukaiset lupapäätökset 2005

- C81/2, 14.2.2005 Teollisuuden Voima Oy  
Valvonnasta vapautuvan 9,4 m<sup>3</sup> suuruisen Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevan jäteöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytettäväksi moottorisahojen teräketjuöljyjen raaka-aineeksi. Voimassa 31.12.2005 saakka.
- A214/68, 18.2.2005 Fortum Power and Heat Oy  
Loviisan voimalaitoksen automaatiojärjestelmään liittyvän tietoineiston vienti Saksaan. Voimassa 30.6.2006 saakka.
- C3163/2, 22.2.2005 Teollisuuden Voima Oy  
Toimintalupa kontaminoituneiden komponenttien käsittelyyn ja varastointiin MAJ-varaston länsipäädyssä olevassa rakennuksessa (komponenttivarasto). Voimassa 31.12.2018.
- Y214/99, 11.4.2005 TUMO OY  
15 g:n suuruisen toriumnitraattierän hallussapito, varastointi, käsittely ja käyttö ei edellytä ydinenergialain mukaista lupaa, vaan luvan hakemisen sijaan toiminnasta tulee tehdä ydinenergia-asetuksen 17 luvun mukainen ilmoitus.
- D81/1, 3.5.2005 Teollisuuden Voima Oy  
Valvonnasta vapautuvan noin 50 m<sup>3</sup> suuruisen Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevan jäteöljyerän luovutus Ekokem Oy:lle käytettäväksi moottorisahojen teräketjuöljyjen raaka-aineeksi. Voimassa 31.12.2005 saakka.
- A214/71, 20.5.2005 ja A214/72, 20.5.2005 Fortum Power and Heat Oy  
Venäläistä ja kazakstanilaista uraania sisältävän ydinpolttoaineen maahantuontilupien A214/50A ja A214/50B, 19.2.2004 lupaehtojen muutos.
- D214/9, 22.9.2005, Teollisuuden Voima Oy  
Zirkoniumseoksesta valmistettujen polttoaineen korjaussauvojen maahantuonti Ruotsista. Kaksi sauvaa, joissa zirkoniummetallia enintään 4 kg. Voimassa 30.6.2005 saakka.
- C214/262, 31.10.2005, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Ruotsista. Enintään 10 100 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”P”. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C214/263, 9.11.2005, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. Enintään 7 650 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”C”. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C214/264, 9.11.2005, Teollisuuden Voima Oy  
Säteilyttämättömän ydinpolttoaineen maahantuonti Espanjasta. Enintään 13 650 kg isotoopin U-235 suhteen enintään 5 % rikastettua uraania. Euratomin valvontaleima ”S”. Voimassa 31.12.2006 saakka.
- C821/81, 21.12.2005 Teollisuuden Voima Oy  
Valvonnasta vapautuvien noin 8,4 ja 7,7 m<sup>3</sup> suuruisen Olkiluodon ydinvoimalaitokselta peräisin olevien jäteöljyerien luovutus Ekokem Oy:lle käytettäväksi moottorisahojen teräketjuöljyjen raaka-aineeksi. Voimassa 31.12.2006 saakka.

## LIITE 5 Ydinvoimalaitosten käytön tarkastusohjelma

Perusohjelma	Vuoden 2005 tarkastukset	
	Loviisan voimalaitos	Olkiluodon voimalaitos
<b>A. Turvallisuusjohtaminen</b>		
<b>B. Päätoiminnot</b>		
B.1. Turvallisuuden arviointi ja parantaminen	x	x
B.2. Käyttötoiminta		x
B.3. Laitoksen ylläpito ja ikääntymisen hallinta		x
<b>C. Toimintayksikkö- ja osaamisaluekohtaiset tarkastukset</b>		
C.1. Laitoksen turvallisuustoiminnot		x
C.2. Sähkö-, instrumentointi- ja automaatiotekniikka	x	
C.3. Konetekniikka *	x	x
C.4. Rakenteet ja rakennukset	x	x
C.5. PSA:n käyttö turvallisuuden hallinnassa	x	x
C.6. Asiakirja- ja tietohallinnon toimivuus		
C.7. Kemia	x	x
C.8. Ydinjätteet *	x	x
C.9. Säteilysuojelu	x	x
C.10. Palontorjunta	x	x
C.11. Valmiusjärjestelyt	x	x
C.12. Turvajärjestelyt	x	
C.13. Koulutustoiminta / Henkilöstöresurssit ja koulutus		x
C.14. Laadunvarmistustoiminta	x	x

\* Tarkastus koostuu useasta osatarkastuksesta

## LIITE 6 Rakentamisen aikainen tarkastusohjelma

	Tarkastukset 2005
<b>Päätoiminnot</b>	
Projektin laadunhallinta (kaksi tarkastusta vuonna 2005)	x
Projektin johtaminen ja resurssit	x
Turvallisuusasioiden käsittely	x
Projektin hallinta ja toteutuminen, asiakirjahallinta	x
<b>Työprosessit</b>	
Käyttökoulutuksen koulutus	x
Rakentamisen laadunvarmistus	x
PSA:n hyödyntäminen	x
Säteilyturvallisuus	x
Tarkastusmenettelyt	x
Tekniikan alueiden tarkastukset:	
• Automaatiosuunnittelu	x
• Päälaitteiden suunnittelu ja tarkastus	x
<b>Käytön tarkastusohjelman tarkastusten yhteydessä tarkastettavat</b>	
Valmiusjärjestelyt	x
Turvajärjestelyt	
Palontorjunta	x
Ydinjätteiden käsittely	



## LIITE 7 Vuonna 2005 valmistuneet STUKin rahoittamat toimeksiannot

### Ydinvoimalaitokset

#### Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Riippumattomat vertailuanalyysit reaktoripiirin käyttäytymisen analysoimiseksi onnettomuustilanteissa; VTT Prosessit

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Riippumattomat vertailuanalyysit suojarakennuksen käyttäytymisen analysoimiseksi onnettomuustilanteissa; VTT Prosessit

FIN5 – STUKin turvallisuusarvio rakentamislupavaiheessa; Riippumattomat vakavien reaktorionnettomuuksien vertailuanalyysit; VTT Prosessit

OL3 – Suunnitteluvaiheen PSA:n tarkastaminen; VTT Tuotteet ja tuotanto

OL3 – Ympäristön väestön säteilyannokset; Valmiustilanteiden tietokonepohjaisten ennustejärjestelmien arviointi; VTT Prosessit

ASTRID-laskentaohjelma; ohjelman kehittäminen; VTT Energia

Ydinvoimalaitosten automaatiojärjestelmien arviointi; VTT Tuotteet ja tuotanto

OL3 – Paloturvallisuuden arviointi; FRNC-kaapelit; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Lentokonetörmäysten analyysi; VTT Tuotteet ja tuotanto

OL3 – Polttoainarakennuksen UFA ja turvallisuusrakennusten UHJ/UJK suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

OL3 – Tiivistelevyn (Liner) betonirakenteen sisäisen osan korroosionkestävyys; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Riippumattomat GRS-tutkimukset; STUK-GRS-04: Development and review of criteria for external hazards specially aircraft impact and fire; Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH

OL3 – Reaktorirakennuksen pohjalaatan suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

OL3 – Primääripiirin vesikemia; Konsultointi; VTT Tuotteet ja tuotanto

OL3 – Suojarakennuksen suunnitteluaineiston tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Betonirakenteet; Ankkurikatalogien ja betoniin tulevien teräsrakenteiden osien suunnitteluaineiston tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

APROS 3D -ohjelma; Diplomityö: FANP-PKL-koe-laitteiston mallintaminen; VTT Prosessit

OL3 – Maadoitus-, ukkossuojaus-, EMC-, kaapelointi- ja HEMP/HPPEM-järjestelmät; Asian-tuntijalausunto konsepteista; Nemko Product Services Oy

OL3 – Reaktorikuilun kantavan betonin lämpökuormat vakavassa onnettomuudessa; VTT Prosessit

Loviisan voimalaitos, kiinteitettyjen jätteiden loppusijoitustila; Rakennesuunnitelmien tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Suojarakennuksen seinän ja pohjalaatan pyörähdyssymmetrisen epälineaarisen rakennanalyysin tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Primääripiirin suunnitteluperusteisiin liittyvien lujuusanalyysien, valmistusteknologioiden ja mekaanisten rakennesuunnitelmien konsultointityöt; VTT Tuotteet ja tuotanto

OL3 – Pinnoitteet; Suojarakennuksen pinnoitteiden testaus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

OL3 – Reaktorirakennuksen tiivistelevyn sisäpuolisen betonirakenteiden suunnitteluaineiston tarkastus; Insinööritoimisto Pontek Oy

Loviisan voimalaitos, uusien automaatiotilojen suunnittelu; Lo2, rakennesuunnitelman tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Sääilmiöiden vaikutus ydinvoimalaitosten turvallisuuteen; Osallistuminen sääilmiöitä ja muita ympäristötekijöitä koskevaan seminaariin; IL

12 tunnin työvuorojärjestelmän turvallisuusvaikutukset ydinvoimalaitoksen valvomotyössä; HY / Psykologian laitos

OL3 – Sähkö- ja instrumentointilaitteiden maanjäristyskelpoistusspesifikaation tarkastus; VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Volley-koelaitteisto; Täydentäminen ja jatkokeet; LTY

IZNA-4-kirjallisuuskokoelma; Annual report + 2 Special reports; Advanced Nuclear Technology International

## **Ydinjätehuolto**

### **Viranomaispäätöksiin liittyvät toimeksiannot**

Loppusijoituksen safeguardsin kansallinen asiantuntijaryhmä (LOSKA); Maatutkaluotauksen soveltuvuus kalliotilojen todentamiseen Olkiluodossa; JP Fintact Oy

Regulatory control of Posiva's site confirmation investigations at Olkiluoto; Siivola 2005; yksityiskonsultit

Safety of nuclear waste management; 2004; Alternative, transparent tools for uncertainty analysis in safety assessment and for decision making; Comissão Nacional de Energia Nuclear